

Hinweise zum **fischertechnik-Schrittmotor 32311**

Bestellnummer: 79015



Was ist ein Schrittmotor?

In den letzten Jahren hat die Technik aufgrund der enormen Fortschritte in der Elektronik eine Vielzahl technischer Geräte hervorgebracht. Innovationen auf diesem Gebiet sind z. B.: Elektrische Schreibmaschinen, Drucker, Scannerkassen, Telefaxgeräte und Infusionspumpen. Alle diese Geräte haben jedoch eines gemeinsam: Sie müssen mechanische Bewegungen präzise ausführen.

Ein Gleichstrommotor benötigt, wie der Name schon sagt, eine Gleichspannung zum Betrieb. Diese kann von einem Netzteil oder einer Batterie / Akku stammen. Verbindet man die zwei Anschlüsse des Motors mit der Stromquelle, dann dreht der Motor. Vertauscht man die Anschlüsse ("man polt um"), dreht er in die entgegengesetzte Richtung. Es fällt auf, daß der Motor sehr schnell dreht; mehrere tausend Umdrehungen in der Minute sind normal. Er benötigt daher ein Getriebe, daß die Anzahl der Umdrehungen pro Minute herabsetzt. Zahnräder haben aber wiederum den Nachteil, daß Sie einem Verschleiß unterliegen. Gleichstrommotore haben Bürsten (bzw. "Kohlen"), welche die elektrische Energie auf die Motorachse übertragen, jedoch nur eine bestimmte Lebensdauer haben. Ferner hat ein Gleichstrommotor aufgrund der hohen Drehzahl immer einen kleinen "Nachlauf" (nach Abschalten der Stromversorgung dreht der Motor noch ein Stück weiter).

Mit einem Gleichstrommotor ist es daher recht schwierig, genaue Bewegungsabläufe zu steuern. An einer elektrischen Schreibmaschine läßt sich dies gut verdeutlichen: Bei jedem Druck auf die "Wagenrückkluftaste" (auch Return genannt) wird die Walze um einen genau definierten Winkel gedreht, was zur Folge hat, daß das Papier einige Millimeter weiter transportiert wird. Schraubt man einmal die Schreibmaschine auf, wird man im Innern einen Schrittmotor finden, der im Gegensatz zu einem Gleichstrommotor vier Anschlüsse hat (manche haben sogar sechs). Auch dreht er wesentlich langsamer als ein Gleichstrommotor, daher kann sehr häufig das Getriebe entfallen.

Durch die vier Anschlüsse werden nach einem bestimmten Schema "Strom-Impulse" auf den Schrittmotor gegeben. Jeder dieser Impulse bewirkt eine kleine Drehung. Sobald keine Impulse mehr kommen, bleibt der Motor auf der Stelle stehen. Schrittmotore sind so gebaut, daß jeder Impuls einen definierten Drehwinkel erzeugt. Durch die Anzahl der Impulse kann nun ein Computer genau bestimmen, wie weit der Motor drehen soll.

Der Schrittmotor besitzt, außer dem Lager für die Motorwelle, keine mechanischen Verschleißteile, weder Bürsten / Kohlen noch ein Getriebe. Dadurch ist die Lebensdauer dieses Motors wesentlich höher als bei einem Gleichstrommotor. Die Drehzahl der Motorachse wird lediglich durch die Dauer der elektrischen Impulse gesteuert.

Ein Schrittmotor benötigt daher zum Drehen immer (!) eine Elektronik bzw. einen Computer der ihn ansteuert. Mit einem "Ein / Aus" - Schalter wie bei einem Gleichstrommotor ist es bei einem Schrittmotor nicht getan. Dafür wird man mit einer Präzision belohnt, die ein Gleichstrommotor nur mit einem wesentlich größeren Aufwand, wenn überhaupt, erreichen kann.

Obwohl die Ansteuerung wesentlich umfangreicher ist, sind die Schrittmotore aus unserem Leben aufgrund der genannten Vorteile nicht mehr wegzudenken.

Vorbereitung der Experimente

Wir empfehlen zur Durchführung der nachfolgenden Experimente, den Schrittmotor nach Bild1 bis Bild6 zu montieren. Hierfür werden die Einzelteile nach Tabelle 1 benötigt (Unter Artikelnummer 75045 wird ein Teilebeutel mit diesen Teilen incl. Wellenkupplung 75063 und 75064 von der Knobloch GmbH angeboten). Für die Kabelenden des Schrittmotor empfehlen wir vier Flachstecker (31337/31336) und zwei Leuchtsteine (Bild 5 und Bild 6). Die Flachstecker nach Tabelle 2 an den Schrittmotor anschrauben. Um eine Achse an den Schrittmotor anzuschrauben, wird die Wellenkupplung 75063 benötigt. Diese besitzt zwei Madenschrauben mit Innensechskant (1,5 mm), zum festziehen Imbusschlüssel 75064 verwenden!

	2 x 11279 Imbusschraube M4*16
	2 x 11280 Zahnscheibe M4
	2 x 31336 Flachstecker grün
	2 x 31337 Flachstecker rot
	1 x 32311 Schrittmotor
	2 x 32327 Baustein 15 Buchse R- Gew. grau
	1 x 32346 Schraubendreher
	6 x 32879 Baustein 30 schwarz
	1 x 32882 Baustein 15 mit 2 Zapfen schwarz
	2 x 38216 Leuchtstein schwarz

Tabelle 1

Schrittmotor- kabelfarbe	Steckerfarbe
(Interface M1)	
rot	rot
schwarz	grün
(Interface M2)	
grau	rot
grün	grün

Tabelle 2



Bild 1



Bild 2

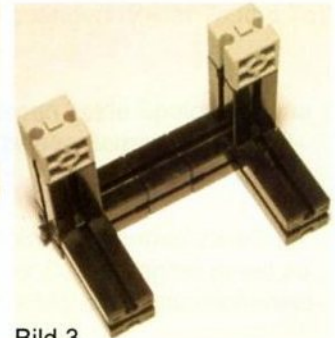


Bild 3



Bild 4



Bild 5

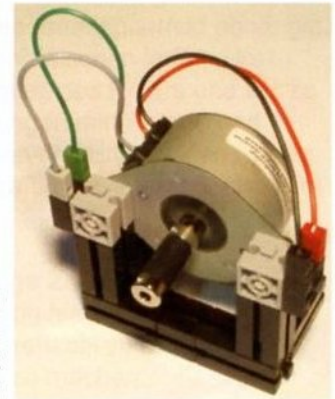


Bild 6 (rechts)
Kabel links: grün/grau,
Kabel rechts: rot/schwarz
(mit Wellenkupplung 75063)

Aufbau eines Schrittmotors

Der fischertechnik-Schrittmotor (Art.Nr. 32311) hat zwei Magnetsysteme (Magnetspulen), die unabhängig voneinander gesteuert werden. Daher die vier Anschlußdrähte. Bild 7 zeigt eine schematische Darstellung des Schrittmotors. Beide Magnetsysteme sind um 90° versetzt. Auf der Motorwelle ist ein Dauermagnet befestigt. Vereinfacht kann man diesen mit einer Kompaßnadel vergleichen.

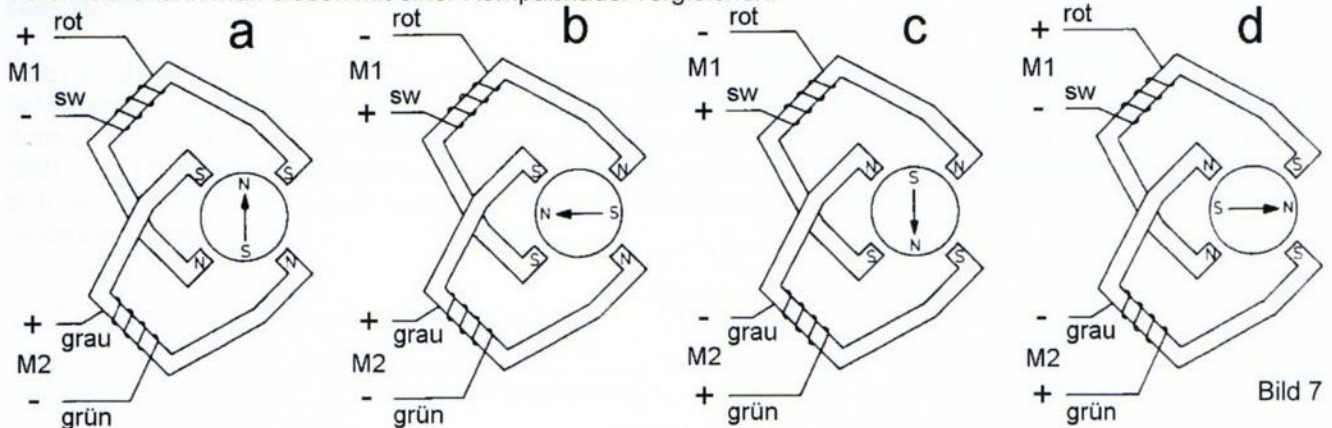


Bild 7

Wird nun der Anschluß M1, wie in Bild 7a, an eine Stromquelle angeschlossen, entsteht in der Spule ein Magnetfeld, das über die Metallbügel zum Kern geleitet wird. Da auch der Anschluß M2 mit Strom versorgt wird, richtet sich der Dauermagnet auf der Motorwelle zwischen den Magnetfeldern aus.

Dieses Beispiel kann man direkt nachvollziehen. Es sollte aber beachtet werden, daß die Magnetspulen "nur" einen Ohmschen Widerstand von 10,7 Ohm haben, was bei 9 Volt einen Strom von ca. 840 mA bedeutet. Das Netzteil / Akku sollte also ausreichend Energie liefern können. Sehr gut funktionieren die Experimente mit dem Akku des Accu-Set (34969). Zum Umpolen der Spannung kann man zwei Polwendeschalter (36708) verwenden. **Hinweis: der Regler des Energy-Set 30182 ist nicht geeignet, da er keine reine Gleichspannung liefert (er wurde für Gleichstrommotore optimiert).**

Verbindet man die Spulen mit dem Akku dreht der Motor nicht gleich los (Bild 7a). Man bemerkt höchstens einen kleinen Ruck. Versucht man nun einmal die Motorachse zu drehen, stellt man fest, daß der Motor eine erstaunliche Haltekraft besitzt. Wird nun die Polarität der M1-Spule geändert (Bild 7b) macht der Motor einen weiteren Ruck. Das Magnetfeld im Motor hat sich geändert, dadurch dreht die Motorachse entgegen dem Uhrzeigersinn. Wird anschließend die Polarität der M2-Spule und danach die Polarität der M1-Spule geändert (Bilder 7c und 7d) gibt es jeweils wieder eine kleine Drehung.

Jede dieser kleinen Drehbewegungen der Motorachse nennt man einen "Schritt". Werden beide Spulen an eine Stromquelle angeschlossen spricht man von einem "Vollschritt". Die Bilder 7a bis 7d zeigen demnach vier Vollschritte bis der Motor wieder in der Ausgangslage ist.

Wie auf den Zeichnungen (Bild 7) erkennbar, richtet sich der Dauermagnet auf der Motorwelle immer zwischen den Polen aus. Ist während des Umpolens nur eine Spule bestromt, dann dreht sich der Dauermagnet direkt zu dem entsprechenden Pol. Dies nennt man "Halbschritt". Bei einem "Halbschritt" hat der Motor verständlicherweise weniger Haltekraft als bei einem Vollschritt, dafür benötigt er aber auch weniger Energie.

Wie das Beispiel in Bild 7 zeigt, ist die Drehzahl des Schrittmotors direkt vom umlaufenden Magnetfeld abhängig. Schaltet man die Polaritäten sehr schnell um, dreht die Motorachse schneller als wenn zwischen jedem Umschalten eine Pause gemacht wird. Berücksichtigen muß man jedoch die Massenträgheit des Rotors und der zu bewegenden Körper. Aus diesem Grunde arbeiten professionelle Schrittmotorsteuerungen mit "Anlauf" und "Auslaufampen". Hier wird die Drehzahl langsam hochgefahren und kurz vor Erreichen des Endpunktes wieder herabgesenkt. Dreht das Magnetfeld zu schnell, bzw. kann der Motor die benötigte Kraft nicht liefern, dann bleibt der Rotor stehen. Man hört dann nur ein Brummen.

Wichtig für einen ruhigen Lauf und eine größtmögliche Kraft ist daher eine gleichmäßige Zeiteinteilung der einzelnen Schritte. Es wäre schlecht, um beim Beispiel nach Bild 7 zu bleiben, kurzzeitig hintereinander die Folgen 7a bis 7d auszugeben und nach 7d eine Pause einzulegen, um eine geringe Drehzahl zu erreichen. Besser für die Laufruhe ist es, nach jedem der vier Schritte eine gleichmäßige Pause zu machen.

Im Beispiel nach Bild 7 ist die Drehrichtung des Motors "links". Um ihn rechts drehen zu lassen, muß man nur die vier Schritte von rechts nach links abarbeiten. Also zuerst 7d, dann 7c, 7b und zum Schluß 7a ausgeben und schon dreht der Motor in die andere Richtung.

Auf dem in Bild 7 gezeigten Beispiel dreht der Motor mit jedem Schritt eine Viertelumdrehung. Der fischertechnik-Schrittmotor ist so konstruiert, daß die Motorwelle bei jedem Vollschritt nur um 7,5° dreht. Für eine Umdrehung werden daher $360^\circ / 7,5^\circ = 48$ Vollschritte benötigt. Hierdurch erhält man eine wesentlich größere Genauigkeit.

Dazu ein Beispiel (s. Bild 8). Auf dem 1986 von fischertechnik vorgestellten Plotter wurde der Stift über zwei Schrittmotore, die direkt (ohne Getriebe!) jeweils eine Schnecke antreiben, bewegt. Über die X-Achse und die Y-Achse kann der Stift jeden Punkt auf dem Blatt erreichen. Der Stift wird durch einen Elektromagneten gesteuert (Stift oben / Stift unten). Die Schnecke hat eine Steigung von 5mm. Bei einer Umdrehung der Schnecke bewegt sich der Stift demnach um 5mm weiter. Der Schrittmotor benötigt 48 Vollschritte für eine Umdrehung. Demnach ist die Genauigkeit

$$\frac{5 \text{ mm / Umdrehung}}{48 \text{ Vollschritte / Umdrehung}} = 0,104 \text{ mm / Vollschritt}$$

Hinweis:

Der Plotter-Bausatz ist nicht mehr erhältlich. Über den Einzelteilservice kann die Bauanleitung (39460) als Anregung für eigene Projekte bezogen werden. Leider sind einige (wenige) Spezialteile nicht mehr lieferbar.

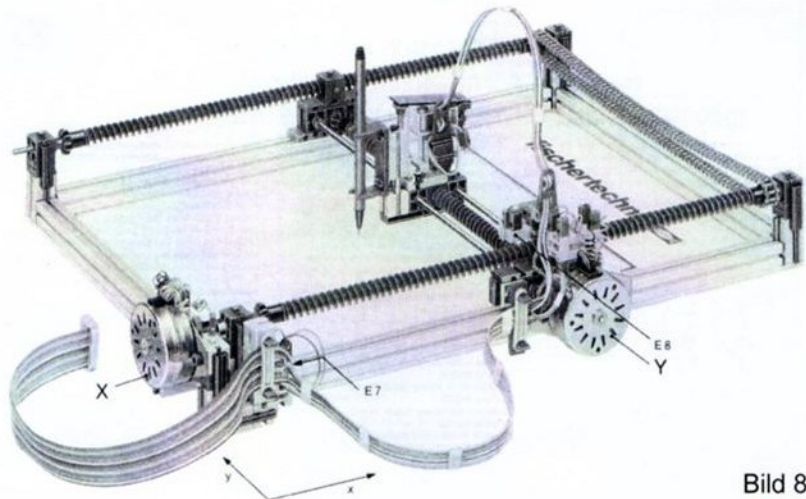
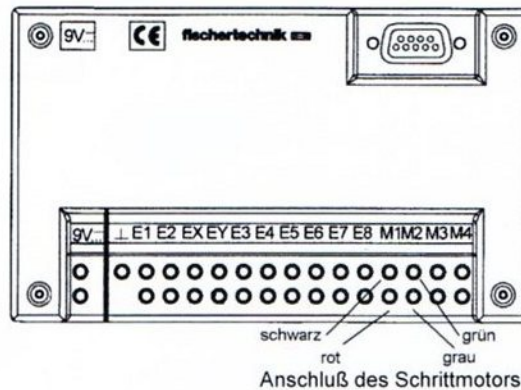


Bild 8

Anschluß des Schrittmotors an das Interface

Schrittmotor-kabelfarbe	Steckerfarbe	Interface
rot	rot	M1 vorn
schwarz	grün	M1 hinten
grau	rot	M2 vorn
grün	grün	M2 hinten



Steuern mit LL-Win

Schrittmotore werden mit LL-Win mittels des Motor-Befehls gesteuert. Die nachfolgenden Beispiele zeigen das Drehen des Motors. Gesteuert werden die Motoren nach folgender Tabelle:

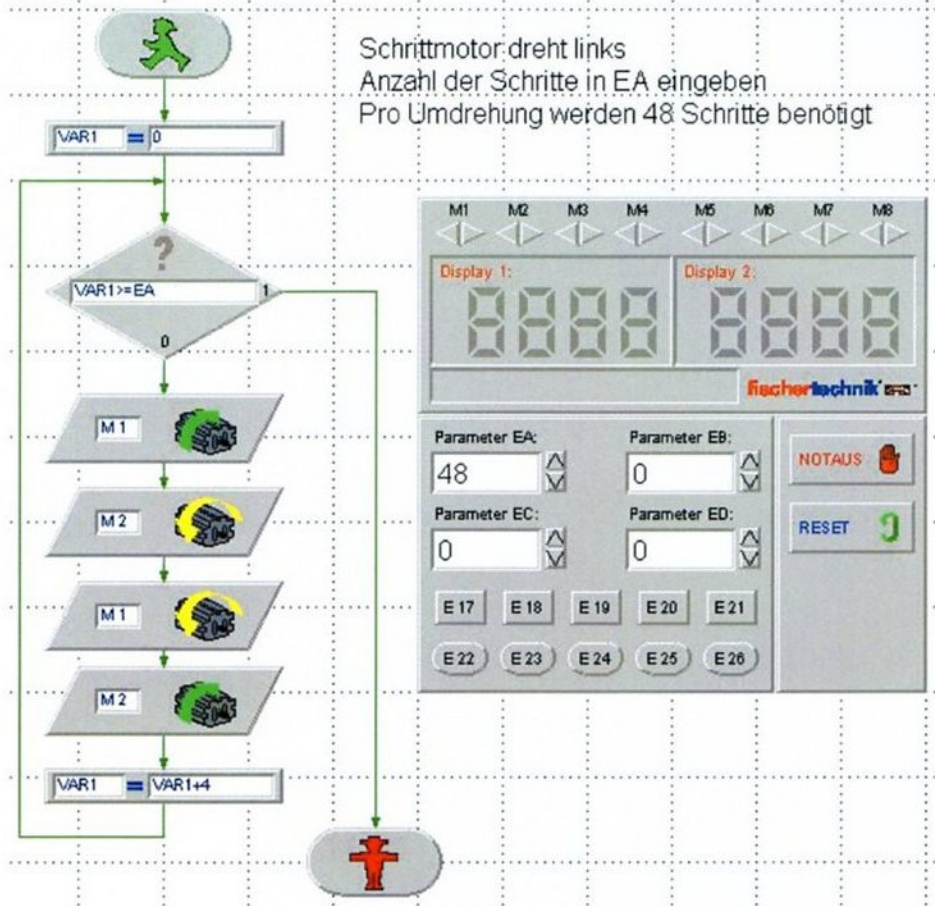
Linkslauf	
Schritt	Aktion
1	M1 rechts
2	M2 links
3	M1 links
4	M2 rechts

Rechtslauf	
Schritt	Aktion
1	M2 rechts
2	M1 links
3	M2 links
4	M1 rechts

Für kontinuierliches Drehen beginnt der Ablauf nach Schritt 4 wieder bei Schritt 1.

Die beiden nachfolgenden Programme verwenden den Parameter EA für die Anzahl der auszugebenden Schritte. Da jeder Durchlauf der Routinen vier Schritte ausgibt, zählt das Programm die interne Variable VAR1 in Vierer-Schritten hoch. Der Vergleich am Anfang der Routine entscheidet, ob die Zielposition erreicht wurde, oder nicht.

Linkslauf



Rechtslauf

