

## Schrittmotoren

### Technische Daten, Motorauswahl, Anschlussarten

Schrittmotoren sind in 2-, 3- und 5-phasigen Ausführungen erhältlich. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die am meisten verbreiteten, 2-phasigen Hybridschrittmotoren, die mit Schrittwinkeln von 1,8° und 0,9° erhältlich sind. Viele Aussagen gelten aber analog für die anderen Bauformen.

#### Mechanische Daten:

**Haltemoment:** Bis zu diesem Moment kann der stehende, bestromte Motor belastet werden, ohne dass eine Verdrehung des Rotors um einen oder mehrere Schritte erfolgt.

**Betriebsmoment:** Drehzahlabhängiges Motormoment. Die Kennlinie(n) geben Aufschluss über das bei verschiedenen Drehzahlen verfügbare Betriebsmoment. Das Moment ist außerdem abhängig von der angelegten Spannung und der Art der Ansteuerung. Um Schrittverluste zu vermeiden, sollte der Motor im gesamten geforderten Betriebsbereich über mindestens 25% Reserve verfügen.

**Rastmoment:** Das Rastmoment ist kennzeichnend für Permanentmagnet- und Hybrid-Schrittmotoren. Es ist beim Drehen des unbestromten Motors spürbar. Es wird deutlich größer, wenn die Wicklungen kurzgeschlossen werden.

**Rotorträgheit:** Massenträgheitsmoment des Rotors. Die Masse des Rotors muss zusammen mit der Nutzlast beschleunigt werden, daher ist für hohe Dynamik eine niedrige Rotorträgheit vorteilhaft. Da Motor und Last ein schwingungsfähiges System bilden, sollten andererseits die Rotorträgheit von Motor und Last in der gleichen Größenordnung liegen.

**Schrittwinkel:** Winkel, den der Motor bei einem (Voll)-Schritt zurücklegt, bei 2-phasigen Hybridschrittmotoren meist 1,8°/Schritt. Solange das Betriebsmoment des Motors nicht überschritten wird, folgt der Motor der durch die Ansteuerung vorgegebenen Pulsfolge, ein Dreh- oder Positionsgeber ist daher normalerweise nicht notwendig. Durch Ansteuerung des Motors im Halb- oder Mikroschritt lässt sich der Schrittwinkel weiter verkleinern und der Motorlauf in Hinblick auf Gleichlauf und Geräuschverhalten verbessern. Es ist jedoch zu beachten, dass hierdurch nur die Auflösung erhöht wird, nicht jedoch die Genauigkeit. Die Positioniergenauigkeit eines Schrittmotors ist von der Last abhängig und kann im worst-case bis zu zwei Vollschritten betragen. In der Praxis wird man deutlich unter diesem Wert bleiben. Für Anwendungen mit hohen Anforderun-

gen an die Genauigkeit sollten Motoren mit 0,9° Schrittwinkel oder eine Kombination aus Motor und spielfreiem oder spielarmem Getriebe in Betracht gezogen werden. Beide Lösungen gehen jedoch zu Lasten der erreichbaren Geschwindigkeit.

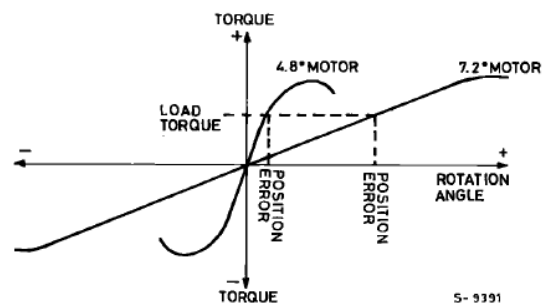


Bild 1: Winkelfehler in Abhängigkeit von der Last bei 4,8°/7,2°-Motoren (Quelle: AN235 Stepper motor driving, ST Microelectronics, 1998).

**Start-Stopp Frequenz ( $f_s$ ):** Maximale Frequenz, bei der der (unbelastete) Motor noch ohne Schrittverlust anläuft. Gelegentlich wird auch eine lastabhängige Anfahrkennlinie („Pull-in Torque“) angegeben.

**Abmessungen:** Schrittmotoren sind mit verschiedenen Flanschgrößen erhältlich. Dabei sind das Flanschmass, der Wellendurchmesser und die Lage der Befestigungspunkte festgelegt (Bild 2). Gängige Größen sind 39\*39mm (Nema-16), 42\*42mm (Nema-17), 56\*56mm (Nema-23) und 83\*83mm (Nema-34). High-Torque Ausführungen werden z.T. auch mit 60mm Flanschmaß angeboten, die aber nicht immer das gleiche Lochbild und den gleichen Wellendurchmesser haben wie die Nema-23 Typen mit 56 mm Flansch.

- PK268-01A, -02A, -03A, -E2.0A (Single shaft) Mass 1kg
- PK268-01B, -02B, -03B, -E2.0B (Double shaft) Mass 1kg

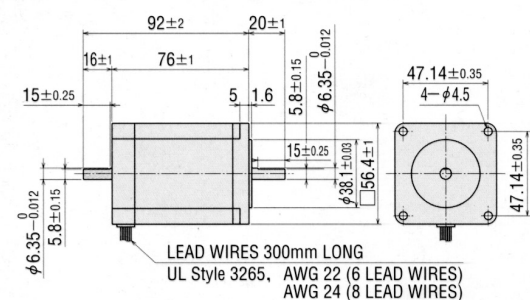


Bild 2: Abmessungen eines Schrittmotors mit Nema23-Flansch, am Beispiel des Vexta PK268.

## Elektrische Daten:

**Nennstrom:** Maximal zulässiger Dauerstrom pro Wicklung. Bei Motoren mit 6 oder 8 Anschlüssen bezieht sich die Angabe in der Regel auf den Betrieb mit nur einer bestromten Teilwicklung (unipolarer Betrieb, siehe Tabelle 1).

**Widerstand:** Aus Wicklungsstrom und Wicklungswiderstand lässt sich die Verlustleistung des Motors in der Wicklung berechnen. Es gilt:  $P=I^2 \cdot R$ . Die elektrisch aufgenommene Leistung ist je nach Betriebsbereich deutlich höher und umfasst neben den Verlusten im Treiber vor allem die mechanisch abgegebene Leistung.

**Nennspannung:** Für den Betrieb mit Konstanzspannung (simples Schalten der Wicklung ohne Stromregelung) darf maximal die Nennspannung angelegt werden, damit der Strom den Nennstrom nicht übersteigt. Endstufen mit Stromregelung (Konstantstrom-Ansteuerung) arbeiten mit getakteten Spannungen, die in der Regel deutlich über der Nennspannung des Motors liegen.

**Induktivität:** Die an die Wicklung angelegte Spannung und die Wicklungsinduktivität bestimmen die Stromanstiegszeit. Je niedriger die Induktivität und je höher die Spannung, desto niedriger die Stromanstiegszeit. Dieser Effekt begrenzt letztlich die Drehzahl des Motors.

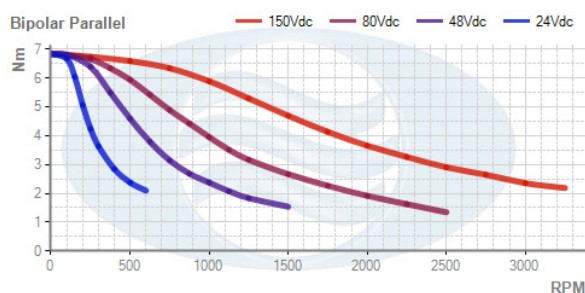


Bild 3: Drehmoment-Kennlinien für vier verschiedene Betriebsspannungen, Schrittmotor LAM M1343031 (Quelle LAM).

Bei hohen Drehzahlen wird die Wicklung umgepolt, bevor der Nennstrom vollständig aufgebaut ist; folglich fällt das Drehmoment stark ab. Da das Verhalten des Motors von der Betriebsspannung abhängt, werden Motorkennlinien oft für verschiedene Speisenspannungen angegeben (Bild 3). Falls vom Hersteller keine für Ihre Anwendung passende Kennlinie zur Verfügung steht, beraten wir Sie gerne.

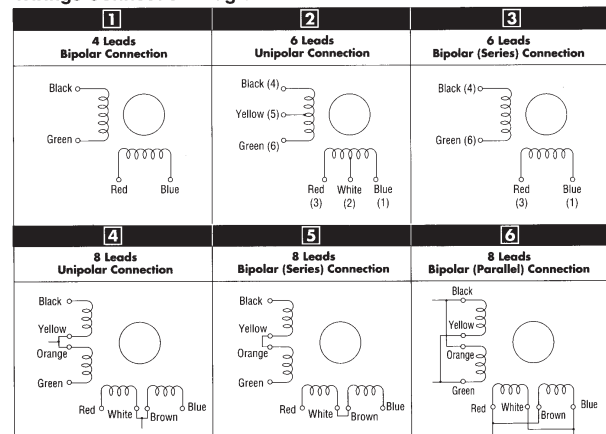
## Beschaltung der Wicklungen:

Motoren mit 4 Anschlüssen lassen sich ausschließlich bipolar ansteuern (Bild 4.1). Die elektrischen Daten beziehen sich also auch auf diesem Betriebsfall. Motoren mit 6 Anschlüssen lassen sich

unipolar (Bild 4.2) oder bipolar mit den Wicklungen in Reihe betreiben (Bild 4.3). Bei bipolarem Betrieb muss der Strom gemäß Tabelle 1 angepasst werden.

Motoren mit 8 Anschlüssen bieten darüber hinaus noch die Möglichkeit, die Wicklungen Parallel zu schalten (Bild 4.6). Dies reduziert die Wicklungsinduktivität und führt somit zu höheren Grenzdrehzahlen. Nachteilig ist der höhere Motorstrom, der eine entsprechend leistungsfähige Endstufe erforderlich macht. Bei bipolarem Betrieb muss der Strom gemäß Tabelle 1 angepasst werden.

### Wirings Connection Diagram



\* The numbers inside the parentheses indicate the connector pin No. of P type motor.

Bild 4: Beschaltungsmöglichkeiten der Motorwicklungen bei 4, 6 und 8 Anschlusslizen (Quelle: Oriental Motor).

## Motorauswahl:

mechapro führt eine Auswahl an Standardmotoren, die auf die angebotenen Endstufen abgestimmt sind. Sollten Sie spezielle Anforderungen haben oder einen Ersatztypen für einen vorhandenen Motor benötigen, nehmen Sie bitte Kontakt mit uns auf. Für Serienanwendungen sind außerdem kundenspezifisch angepasste Motoren möglich (z.B. bearbeitete Wellen, Kabel/Stecker, Getriebe, Bremsen, Encoder, angepasste Wicklungen usw.) Um Ihre Anfrage zügig bearbeiten zu können, benötigen wir möglichst alle bekannten Daten vom vorhandenen Motor bzw. die Anforderungen an den gesuchten Motor.

## Kontakt Daten:

www.mechapro.de  
info@mechapro.de

relative Änderung...	Strom	Widerstand	Induktivität	Drehmoment	Drehzahl
unipolar	1,00	1,0	1,0	1,00	1,00
bipolar seriell	0,71	2,0	4,0	1,42	1,00
bipolar parallel	1,42	0,5	1,0	1,42	1,42

Tabelle 1: Auswirkungen der Wicklungsbeschaltung auf die Kenndaten des Motors.