

Schrittmotor oder Servomotor:
Welcher ist der Richtige für Sie?

KOLLMORGEN

Jede Technologie hat ihre speziellen Anwendungsbereiche. Da die Entscheidung zwischen Schritt- oder Servomotor-Technologie für eine bestimmte Anwendung deren Erfolg beeinflusst, müssen Maschinenkonstrukteure bei der Auswahl des optimalen Motorantriebssystems für eine Anwendung die technischen Vor- und Nachteile beider Technologien betrachten.

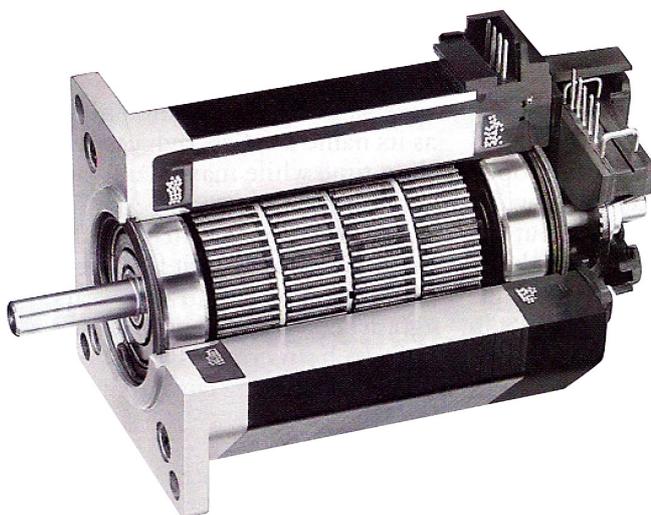
Maschinenkonstrukteure sollten den Einsatz von Schritt- beziehungsweise Servomotoren nicht stereotyp aus fester Überzeugung oder Bequemlichkeit einschränken, sondern in Erfahrung bringen, wann sich welche Technologie am besten zur Steuerung eines bestimmten Mechanismus oder Prozesses eignet.

Moderne digitale Schrittmotorantriebe bieten verbesserte Antriebseigenschaften, flexible Optionen und Kommunikationsprotokolle mit fortschrittlichen integrierten Schaltungen und vereinfachten Programmierverfahren. Dasselbe gilt für Servomotoren, bei denen eine höhere Drehmomentdichte, eine verbesserte Elektronik, fortschrittliche Algorithmen und eine höhere Rückführauflösung das Leistungsvermögen der Systembandbreite gesteigert sowie gleichzeitig bei vielen Anwendungen die Anfangs- und Gesamtbetriebskosten gesenkt haben.

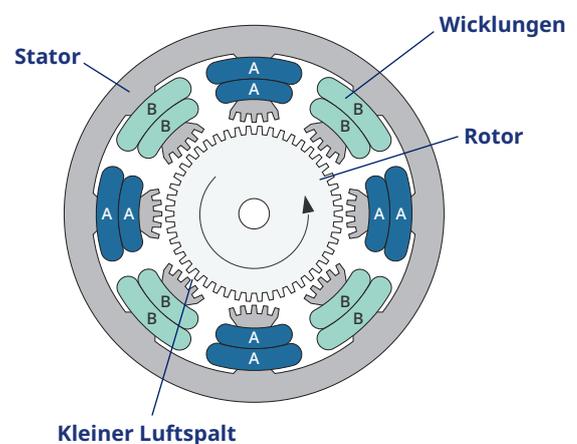
Der folgende Beitrag gibt einen Überblick über die Merkmale von Schritt- und Servomotoren, die als Entscheidungskriterien herangezogen werden können. Die tiefgehende Kenntnis beider Technologien hilft dabei, die am besten geeignete mechatronische Konstruktion zu finden und dadurch ein optimales Maschinenleistungsvermögen zu erzielen.

ÜBERBLICK ZU SCHRITTMOTORSYSTEMEN

[Schrittmotoren](#) bieten gegenüber Servosystemen mehrere wesentliche Vorteile. Sie sind meist kostengünstiger, mit NEMA-Flanschen ausgestattet, lassen sich kosteneffektiv verkabeln und sind in kleinen Baugrößen auch in Applikationen mit niedrigen Drehmomentanforderungen einsetzbar. Aus der Regelung im offenen Regelkreis resultiert zudem eine vereinfachte Inbetriebnahme.



AUFBAU EINES SCHRITTMOTORS



ÜBERLEGUNGEN ZU DREHMOMENT UND DREHZAHL

Ob ein Schritt- oder ein Servomotor die richtige Wahl ist, richtet sich in den meisten Fällen nach der Anwendung. Bei der Auslegung von Schrittmotoren wird üblicherweise ein Sicherheitsfaktor von 2 verwendet. Dieser dient dazu, Drehmomentspitzen abzudecken beziehungsweise das benötigte Beschleunigungsmoment bereit zu stellen.

Im Gegensatz dazu werden bei der Auslegung eines Servomotors die tatsächlichen Applikationsanforderungen berücksichtigt. Für die Wahl des passenden Motors sind somit unter anderem die ermittelten Beschleunigungs- und Effektivmomente, Massenträgheitsverhältnisse sowie die Drehzahlenanforderungen relevant.

Grundsätzlich gilt, dass für Applikationen, bei denen ein hoher Durchsatz oder eine hohe Produktionsgeschwindigkeit sowie eine schnelle Ausregelung von Störgrößen ausschlaggebend sind, Servomotoren die beste Wahl darstellen. Bei moderaten Anforderungen bezüglich Positionier- und Drehzahlgenauigkeit (als Funktion der

Prozessanforderungen und der voraussichtlichen Störungen) können Schrittmotoren eine geeignete Lösung darstellen. Bei Schrittmotoren kann zudem die Möglichkeit, bei mäßigen Lasten die Position zu halten (eingeschaltet im Haltemoment und ausgeschaltet bei Rastmoment), von Vorteil sein.

Drehzahl-Drehmoment-Kurven illustrieren den Unterschied zwischen Schrittmotoren und Synchron Servomotoren mit Permanentmagneten (PMSM) bei identischem Volumen (Abbildung A). Schrittmotoren generieren typischerweise bei niedrigeren Drehzahlen ein höheres Dauerdrehmoment als Servomotoren. Servomotoren können auch im unteren Drehzahlbereich kurzzeitig ein erhöhtes Moment (Spitzendrehmoment) zur Verfügung stellen. Wie anhand der Drehzahl-Drehmomentkennlinie ersichtlich, können Servomotoren über einen hohen Drehzahlbereich fast konstant das gleiche Drehmoment zur Verfügung stellen.

LEISTUNG VON SCHRITT- UND SERVOMOTOR

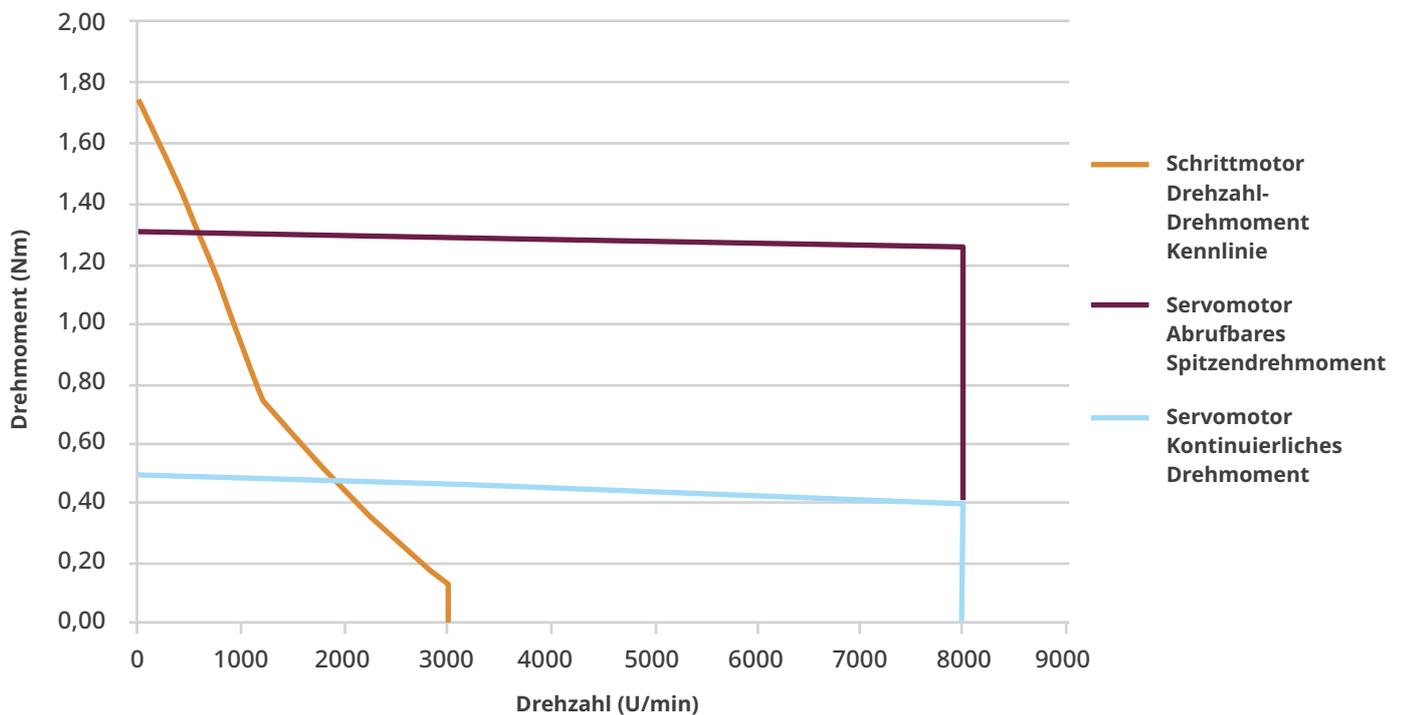


Abbildung A: Gegenüberstellung von Leistungskennlinien mit nahezu gleichem Volumen (Leistungsdichte).

Automatisierte Maschinenachsen für Justage und Setup sowie Achsen für Videoinspektionen stellen typische Schrittmotorapplikationen dar. Schrittmotoren eignen sich besonders gut für diese Achstypen, weil sie sich leichter in Steuerungssysteme integrieren lassen und beim Erst-Setup weniger Kosten verursachen. Achsen, die sich für ein bestimmtes Setup physisch fixieren lassen, sind im Betrieb kostengünstiger (zum Beispiel die Aktivierung optionaler EIN/AUS-Schaltung für den Betrieb mit reduzierter Leistung). Darüber hinaus sind richtig eingesetzte Schrittmotoren aufgrund der einfachen Steuerung im offenen Regelkreis weniger störungsanfällig, da nur eine Anpassung der Wicklung an den Antrieb erfolgt. Das aufwendigere Tuning eines im geschlossenen Regelkreis arbeitenden Servosystems (unter Berücksichtigung der kompletten Mechanik) kann somit entfallen.

SCHRITTMOTORANTRIEBE

Neue Entwurfsverfahren haben die Leistung von Schrittmotoren durch folgende Möglichkeiten verbessert: integrierte Gebersysteme, verbessertes Regelungsverhalten am Bewegungsende für kürzere Einschwingzeiten bei höherer Genauigkeit, Softstart zur Ruckbegrenzung sowie ein Antiresonanzmodus zur Optimierung des Drehmomentes, der Stabilität und zur Reduzierung des Rauschens beziehungsweise von hörbaren Geräuschen, verringerter Leerlaufstrom für geringeres Aufheizen des Motors bei Stillstand und leicht zu steuernde Vollschritt-, Halbschritt- und Mikroschritt-Betriebsmodi.

Auch wenn Schrittmotoren bei offenem Regelkreis im ausgewählten Schrittmotor-Modus äußerst genau laufen, ermöglicht ein integriertes Gebersystem eine Erhöhung der Positionier- und Drehzahlgenauigkeit. Durch die Verringerung des Schrittwinkels, um eine höhere Auflösung zu erzielen, ermöglichen Mikroschrittverfahren ein sanfteres Anlaufen sowie einen sanfteren Lauf bei niedrigen und hohen Drehzahlen.

MODERNE ENTWICKLUNGEN BEI SCHRITTMOTOREN

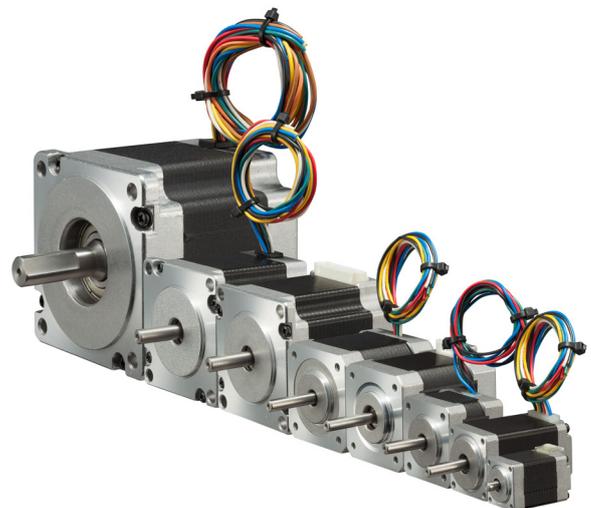
Moderne Schrittmotoren sind mit höheren Nennleistungen als ältere Generationen verfügbar. Neue Konstruktionsverfahren haben kleinere Luftspalte, stärkere und größere Magnete sowie größere Rotordurchmesser möglich gemacht.

Durch eine Vergrößerung von Rotordurchmesser und Trägheitsmoment bei gleichzeitig unveränderter Baugröße und Wicklung wird ein höheres Drehmoment je Volumeneinheit erzeugt. Das höhere Rotorträgheitsmoment kann sich natürlich auch negativ auf das Beschleunigungs- und Abbremsverhalten einer gegebenen Applikation auswirken. Trotzdem eröffnen sich mit diesem Verfahren angesichts des effektiv kleineren Massenträgheitsverhältnisses von Last (J Last) zu Rotor

(J Motor) für eine gegebene Schrittmotor-Baugröße mehr Anwendungsmöglichkeiten. Schrittmotoren werden im Allgemeinen mit einem Massenträgheitsverhältnis von $J \text{ Last} : J \text{ Motor}$ von maximal 30 : 1 ausgelegt, damit gewährleistet werden kann, dass kein Schritterverlust auftritt und die Last sicher in der vorgegebenen Zeit beschleunigt werden kann. Bei langsameren Beschleunigungs- und Abbremsrampen sowie einem "modernen" Mikroschrittbetrieb sind jedoch Verhältnisse von 200 : 1 möglich.

Da die Blockiererkennung bei [modernen Schrittmotorantrieben](#) heutzutage elektronisch erfolgt, ist kein externer Encoder erforderlich, um den Abgleich zwischen Fahrimpuls und Rotorbewegung zu detektieren. Optionale Rückführsysteme werden dazu verwendet, um Störungen oder Schritterverlust feststellen zu können. In diesem Fall redet man von einem Schrittmotorsystem mit einem geschlossenen Regelkreis (closed-loop). Schrittmotoren mit Gebersystem verfügen je nach Regelungsalgorithmus des eingesetzten Reglers über einen verbesserten Gleichlauf und eine höhere Drehzahlgenauigkeit. Verglichen mit einem gleichwertigen 3-phasigen Servomotor weist ein solcher Schrittmotor sogar ein höheres Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen auf.

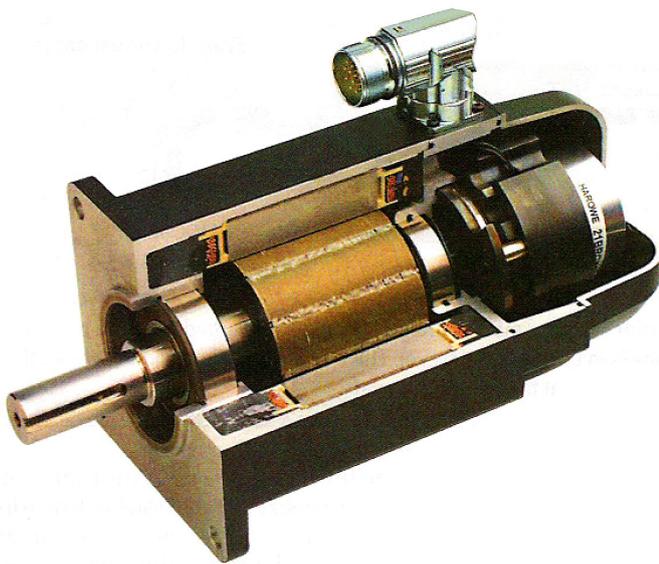
Schrittmotoranwendungen, für die eine Rückführung erforderlich ist, können vergleichbare Kosten wie Servosysteme verursachen. Und was sich bei einer Anwendung als Betriebsvorteil erweist, kann bei einer anderen Anwendung zum Nachteil werden. Um die richtige Wahl zu treffen, müssen Konstrukteure die auszuführenden Arbeiten sorgfältig berücksichtigen. Oft schneiden Schrittmotorsysteme mit geschlossenem Regelkreis im Vergleich zu den kostengünstigeren Servomotorsystemen technisch nicht gut ab. Daher sollten die Vor- und Nachteile beider Systemtypen gründlich im Zusammenhang mit der jeweiligen Anwendung abgewogen werden.



[PMX-Schrittmotoren](#) bieten Leistung und Designflexibilität mit einem hohen Drehmoment bei geringer Baugröße.

ÜBERBLICK ÜBER SERVOMOTORSYSTEME

Servomotoren bieten gegenüber Schrittmotorsystemen eine Reihe klarer Vorteile. Sie können bedarfsbasiert über einen großen Drehzahlbereich hohe Drehmomente erzeugen und sind mit größeren Drehmomentbereichen und Spannungen (bis zu 480 V AC) verfügbar. Außerdem reagieren sie auf Störungen mit einem Drehmoment, das weit über ihrem Dauerleistungsvermögen liegt und verbrauchen nur die Leistung, die für den Antriebsbefehl benötigt wird. Zudem sind sie kompakt.



SERVOANTRIEBE

Die Motor- und Antriebsoptimierung (auch als Tuning bezeichnet), welche früher aufwendig und zeitintensiv war, gehört in der heutigen Zeit der Servotechnik eher der Vergangenheit an. [Moderne digitale Servoantriebstechnologien](#) haben das Leistungsvermögen von Software und Hardware und somit die Bedienfreundlichkeit erhöht und bieten eine bemerkenswerte Flexibilität bei der Abstimmung. Einige Servosysteme konfigurieren Motor, Antrieb und Feedback und sogar sich selbst automatisch. Servoantriebe, die sich selbst abstimmen, passen sich automatisch an den gegebenen Motor-Antriebs-Mechanismus an, ohne dass die Leistung abnimmt oder eine weitere Feinabstimmung der Regelkreise erforderlich ist.

ÜBERLEGUNGEN ZU DREHMOMENT UND DREHZAHL

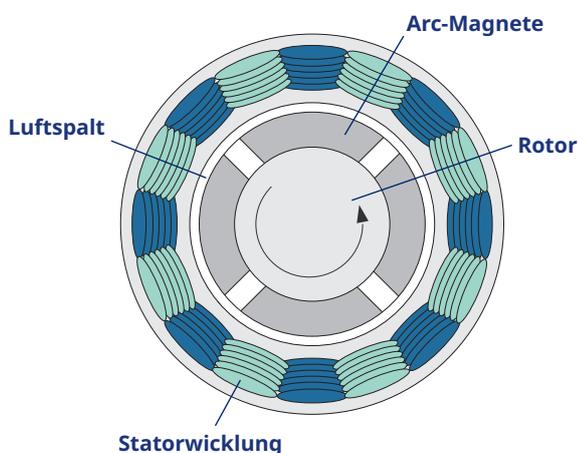
Auch wenn Servomotoren für den Betrieb bei hohen Drehzahlen gedacht sind, gibt es Applikationen, die basierend auf einer sehr guten Regelung, auch mit niedrigen Drehzahlen wie 1/min genau laufen können. Bei richtigem Einsatz laufen auch Schrittmotoren genau und sind meist die kostengünstigere Lösung für Anwendungen mit niedrigen Drehzahlen unter 1.000/min. Jenseits der 1.000/min fällt das Drehmoment bei Schrittmotoren jedoch aufgrund von Magnetkreis-Zeitkonstanten und Kernverlusten ab.

Demgegenüber fallen Servomotoren mit vergleichbarem Drehmoment erst bei circa 2.000 bis 4.000/min oder mehr ab (Abbildung B). Servoanwendungen mit Direktantrieb für Lasten mit hohem Trägheitsmoment nutzen typischerweise Drehzahlen unter 1.000/min, während eine gewöhnliche Servoanwendung mit mechanisch vorteilhaftem Getriebe bei fast jeder Drehzahl innerhalb der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie Verwendung findet.

Bei Bedarf an einem Drehzahlbereich zwischen 1.000 und 3.000/min kann die optimale Motortechnologie anhand von Anforderungserfordernissen wie Leistung, Spitzendrehmoment bei Drehzahl, Dauerdrehmoment und Wiederholgenauigkeit ermittelt werden.

Bei Blockierung (geringe Drehzahlen < 50 Schritte/Sekunde beziehungsweise 15/min) oder beim Lasthalten ohne Bewegung können Schrittmotoren — insbesondere solche mit großem Rotordurchmesser — bei gegebener Baugröße höhere Drehmomente als Servomotoren erzeugen, wobei neuere Servomotorkonstruktionen hier aufholen. Mit dieser hohen Drehmomentleistung können Schrittmotoren ohne Getriebe oder sonstige mechanische Vorteile bei niedriger Drehzahl höchst genaue und steife Bewegungen erzeugen.

AUFBAU EINES SERVOMOTORS



Demgegenüber werden in industriellen Prozessanwendungen, die typische Drehzahlen von unter 1.000/min ohne Verwendung eines Getriebes verlangen, gern [Servomotoren mit Direktantrieb](#), höherer Polzahl und hochauflösender Rückführung eingesetzt.

Befindet sich ein Schrittmotor im Stillstand, so benötigt er dauerhaft Energie, um die Position zu halten und es kommt zu keiner Bewegung, so lange keine Überlastung des Motors vorliegt.

Servomotoren dagegen befinden sich aufgrund der fortlaufenden Korrektur der Regelabweichung im eingeschalteten Zustand niemals komplett im Leerlauf, verbrauchen jedoch nur die Energie, die zum Halten der Sollposition nötig ist. Der im Positionsregelkreis auftretende Schleppfehler führt dazu, dass sich die Abtriebswelle des Servomotors minimal bewegt – wenn auch meist unbemerkt – und die Regelung dabei stets eine Minimierung des Schleppfehlers anstrebt.

Diese Ausregelung des minimalen Fehlers findet typischerweise nur in einem sehr kleinen inkrementellen Positionsbereich – bezogen auf die Gesamtauflösung des Gebersystems – statt. Diese minimale Bewegung, die bei einer Mehrzahl der Achsen kein Problem darstellt, kann in manchen Fällen inakzeptabel sein. Hier schaffen Gebersysteme mit einer höheren Auflösung abhilfe, da durch diese unter anderem das Systemrauschen reduziert wird.

Sollten Wiederholgenauigkeit und Auflösung kritische Faktoren sein – üblicherweise das Territorium der Servomotoren – können in Ausnahmefällen auch Schrittmotoren eine Option darstellen. Die Anwendungsanforderung für Schrittmotoren ist, dass die Last vorhersehbar sein muss beziehungsweise nur geringe externe Kräfte oder Störungen auftreten dürfen und keine koordinierte Bewegung zwischen unterschiedlichen Achsen erforderlich ist. Schrittmotoren mit offenem Regelkreis können gegenüber vergleichbaren Servolösungen zudem 20 bis 30 Prozent günstiger bei der Anschaffung sein.

LEISTUNG VON SCHRITT- UND SERVOMOTOR

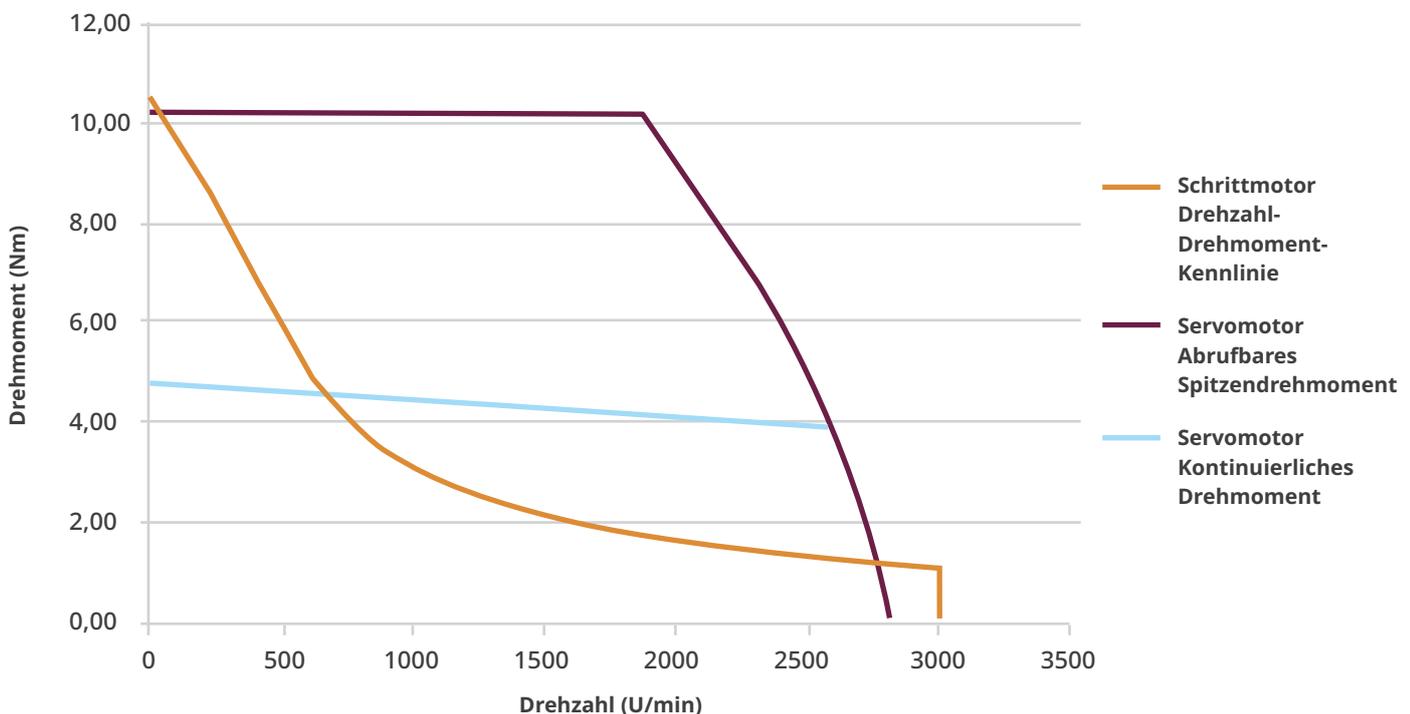


Abbildung B: Vergleich von Leistungskurven mit ähnlichem Volumen und Drehzahlfähigkeit.

AUSWAHLKRITERIEN

DREHMOMENT

Bei der Bewertung vergleichbarer Drehzahl-Drehmomentkurven sollten Konstrukteure den Motor wählen, der bei den erforderlichen Drehzahlen das höhere verfügbare Drehmoment liefert. Die meisten Konstrukteure geben bei vergleichbarem Preis Servomotoren den Vorzug. Servosysteme finden bei konstanter oder variabler Last Verwendung und sind kurzzeitig mit einem Spitzenmoment überlastfähig, Systeme mit Schrittmotoren dagegen nicht. Schrittmotoren liefern bei kleiner Baugröße und unter 1.000/min hohe Drehmomente, während Servomotoren das Drehmoment über einen sehr großen Drehzahlbereich nahezu konstant zur Verfügung stellen können.

MASSENTRÄGHEITSVERHÄLTNIS

Ein weiterer erleichternder Faktor für die Auswahl der richtigen Motortechnologie ist das Lastträgheitsmoment. Als Faustregel gilt, dass das Verhältnis von Lastträgheitsmoment zu Motortragheitsmoment ($J_{\text{Last}} : J_{\text{Rotor}}$) bei Schrittmotoren bei höchstens 30 : 1 liegt. Im Gegensatz dazu können bei Direktantriebsmotoren mit hochauflösenden Gebersystemen, welche spielfrei mit der Abtriebswelle verbunden sind, Massenträgheitsverhältnisse von 200-300 : 1 oder teilweise noch höher geregelt werden.

Früher war für eine gute Regelbarkeit von Servomotoren, bei denen schnelle Reaktionszeiten und hohe Beschleunigungen erforderlich waren, typischerweise ein Massenträgheitsverhältnis von Last zu Rotor zwischen 1 : 1 und 5 : 1 nötig, das sich in der Folge in den Bereich von 1 : 1 bis 8-10 : 1 verschoben hat.

Heutige Servosysteme können dank hochauflösender Gebersysteme und nahezu spielfreier mechanischer Kopplung auch Systeme mit Massenträgheitsverhältnissen von bis zu 20 : 1 regeln. Die höheren Massenträgheitsverhältnisse bieten die beste [Betriebseffizienz](#) bei geringem Zusatzrisiko. Bei Direktantriebssystemen macht die nötige Steifigkeit des Antriebsstranges in vielen Fällen größere Wellen und Lager erforderlich. Und auch die Beachtung der Halterung oder des Sockels der Maschine für den Motor spielt eine Rolle.



[AKM™-Servomotoren](#) bieten Konstrukteuren die Flexibilität, mittels Co-Engineering schnell und unkompliziert Modifizierungen für spezifische Anwendungen zu entwickeln. Sie sind in acht Motorbaugrößen mit mehr als 500.000 Standardkonfigurationen erhältlich.

ACHSENKOORDINATION

Für Anwendungen, bei denen die Achsen zueinander koordinierte und synchronisierte Bewegungen ausführen müssen, bieten Servosysteme einen enormen Vorteil, da diese aufgrund der hohen Systembandbreite sowohl auf Sollwertänderungen als auch auf äußere Störgrößen extrem schnell reagieren können. Schrittmotoren arbeiten im offenen Regelkreis wodurch keine Rückmeldung bezüglich der Synchronisation möglich ist. Diese sind somit auf Punkt-zu-Punkt-Bewegungen begrenzt und erlauben nur eine sequenzielle oder pseudohafte Koordination der gesteuerten Achsen.

VERKABELUNG, MOTOR- UND REGLERINBETRIEBNAHME

Die inzwischen verringerte [Anzahl der benötigten Drähte](#) bei neuen Feedbacksystemen (2-Drahtsysteme) verbessert die Systemzuverlässigkeit und unterstützt die Wartung von Servomotoren.

Durch deutliche Verbesserungen in der Reglertechnologie haben Antriebshersteller unter anderem das Tuning von Servosystemen deutlich vereinfacht. Zudem unterstützen neue Funktionalitäten die Analyse des Systemverhaltens sowie die Festlegung von bestimmten Wartungsintervallen. Automatisierte oder berechnete Tuning-Verfahren und integrierte Diagnosefunktionen erleichtern dem Bediener diese Punkte. Darüber hinaus unterstützen die meisten Servoantriebe klassische Schritt- und Richtungseingänge, die seit vielen Jahren für die Ansteuerung von Schrittmotoren im Einsatz sind. Servosysteme, die diese Ansteuerungsart unterstützen, verarbeiten die Sollwerte im Positionsregelkreis, wodurch im Vergleich zu Schrittmotoranwendungen potentiell keine Sollwerte mehr hinzugefügt oder verloren werden können.

Damit ist eines der häufigsten Probleme von Schrittmotoren, die an ihrer Leistungsgrenze betrieben werden, der Verlust oder die Ergänzung von Schritten in Abweichung zum Schrittbefehl. Dieses Problem tritt am deutlichsten bei Beschleunigungsvorgängen und/oder Verzögerungen auf. Der Verlust von Schritten ist typischerweise eine Folge eines zu hohen Massenträgheitsmoments im Beschleunigungsfall oder einer unerwünscht hohen Reibung. Zusätzliche Schritte sind dagegen meist das Ergebnis von Störungen (Rauschen/EMV) oder einem zu großen Trägheitsmoment im Abbremsfall. Durch die Kumulierung zusätzlicher oder verlorener Bewegungsschritte können beim Einsatz von Schrittmotoren Stunden vergehen, bis eine bestimmte Fertigungstoleranz erreicht wird.

Trotzdem sind Schrittmotoren aufgrund des geringen Verkabelungsbedarfs und des minimalen Aufwands bei der Inbetriebnahme eine einfache und praktische Alternative.

GENAUIGKEIT UND AUFLÖSUNG

Bei Schrittmotoren kann es eine Differenz zwischen der theoretischen und der wirklichen Auflösung des Systems geben. Beispielsweise hat ein Zwei-Phasen-Schrittmotor mit einer Vollschrittweite von $1,8^\circ$ pro Motorumdrehung ($360^\circ/1,8^\circ$) 200 mögliche Positionen, die abhängig von der richtigen Auslegung des Motors erreicht werden können. Dasselbe gilt für Halbschritt- und Mikroschritt-Motorantriebsmodi. Ein $1,8^\circ$ -Mikroschrittmotor nimmt trotz einer Spezifikation von zehn Mikroschritten pro Vollschritt nicht unbedingt jede Mikroschritt-Position ein.

Zudem können mehrere Mikroschrittbefehle nötig sein, um ein ausreichend großes Drehmoment zur Überwindung von Reibung und Lastträgheitsmoment zu erzeugen. In der Realität kann der Schrittmotor sich somit einen oder mehrere Mikroschritte über die Sollposition hinausbewegen und dort verharren. Muss die Positionierungsauflösung höher als 200 Schritte pro Umdrehung sein, kann bei Schrittmotoren ein Gebersystem eingesetzt werden, um Werte jenseits der 1.000 Schritte pro Umdrehung zu erreichen. Fünf-Phasen-Schrittmotoren sowie Mikroschrittmotoren können auch eine erhöhte Anzahl von erreichbaren Zielpositionen haben.

Servomotoren haben theoretisch eine unendliche Auflösung. Die Systempositionierung im geschlossenen Regelkreis hängt jedoch in erster Linie von der Auflösung des Rückführsystems ab, das zum Beispiel ein Sinus-Encoder, ein Resolver oder ein digitaler Encoder (TTL) sein kann. Die heute verfügbaren hochauflösenden Rückführsysteme können 2^{21} (d. h. 2.097.152) bis 2^{28} (d. h. 268.435.456) Inkremente pro Motorumdrehung erreichen und sind teilweise als Multiturnoption (typischerweise mit 4096 Umdrehungen) verfügbar. Gebersysteme mit Multiturninformationen finden häufig Verwendung, wenn bei jedem Einschalten der Maschine auf eine Referenzfahrt verzichtet werden soll. Die Multiturnaflösung kann bei manchen Gebersystemen die maximal verfügbare Positionsauflösung innerhalb einer Umdrehung einschränken.



WIEDERHOLGENAUIGKEIT

Servomotoren bieten aufgrund des geschlossenen Regelkreises eine äußerst hohe Wiederholgenauigkeit. Schrittmotoren können bei vielen Anwendungen jedoch eine ebenso hohe Wiederholgenauigkeit erreichen, insbesondere beim Betrieb in eine Richtung. Bei Verwendung einer Leerlaufstromreduzierung (ICR) und/oder bei Erhöhung der Last (zum Beispiel bei einer Richtungsumkehr) kann eine Überlastung des Schrittmotors auftreten, wodurch die ordnungsgemäße Positionierung der Achse nicht mehr gewährleistet werden kann. Ähnlich wie bei einem Getriebe, das Spiel ausgleichen muss, muss auch ein Schrittmotor zum Systembefehl aufschließen. Im Fall einer Richtungsumkehr kann dies die Positionergenauigkeit des Schrittmotors beeinflussen, da die Bewegung des Schrittmotors durch den Einfluss der Massenträgheit und der Reibung negativ beeinträchtigt wird. Sobald dies überwunden ist, kann die spezifizierte Wiederholgenauigkeit wieder erreicht werden. Dabei können im Falle der Richtungsumkehr einige Positionsschritte in Bezug auf die Sollschriffe verloren gehen oder hinzukommen.

EINGANGSLEISTUNG

Schrittmotoren entsprechen schaltungstechnisch einer Reihenschaltung von einer Induktivität (Spule) und einem Widerstand, wodurch der drehmomentbildende Strom verzögert aufgebaut wird. Diese Verzögerung begrenzt die Drehzahl für eine gegebene Spannung, sodass für eine höhere Motordrehzahl bei einer gegebenen Anwendung eine höhere Spannung erforderlich ist.

Servosysteme funktionieren ähnlich. Solange Servomotoren innerhalb ihrer Nennleistung betrieben werden, sorgen die Regelkreise im Servoregler dafür, dass die erforderlichen Spannungen und Ströme so geregelt werden, dass der Motor den applikationsspezifischen Sollwerten folgt und eine vorhandene Regelabweichung minimiert wird. Wird dagegen auch nur für eine Millisekunde der Betrieb eines Servomotorsystems außerhalb seines Leistungsumfangs erzwungen, ist das System nicht mehr geregelt und arbeitet entsprechend nicht mehr als Servosystem.

SCHLUSSFOLGERUNG

Sowohl Schrittmotor als auch die Servotechnologie sind eine gute Wahl für moderne Maschinenkonstruktionen. Sind die Vor- und Nachteile von Servo- und Schrittmotorsystemen jedoch insbesondere im Hinblick auf den Prozess oder den auszuführenden Vorgang genau bekannt, lässt sich die richtige Wahl für eine gegebene Anwendung sehr viel leichter treffen.

Unter der Annahme, dass für den vorgesehenen Prozess bei dessen gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen an Wiederholgenauigkeit, Genauigkeit und Flexibilität der Anwendung sowohl ein Schrittmotor als auch ein Servomotor eingesetzt werden kann, kommen weitere Überlegungen wie Umgebung, Nutzungsdauer, Betriebsgeräusche und Energiebedarf ins Spiel.

Erlauben die konkreten Anforderungen beide Technologien, sollte die endgültige Auswahl gut überlegt und mit Weitblick getroffen werden und sich am betreffenden Prozess oder der jeweiligen Aufgabe sowie etwaigen zukünftigen Erfordernissen und der Maschinenerfahrung des Konstrukteurs orientieren.

ANWENDUNGSATTRIBUTE FÜR SCHRITTMOTOREN VS. SERVMOTOREN

Anwendungsanforderungen	Schrittmotor	Servomotor
Höchste Drehmomentdichte	✓	
Größter Drehmoment und Drehzahlbereich		✓
Offener Regelkreis (typisch)	✓	
Low Voltage (< 75 Volt)	✓	✓
Medium Voltage	Möglich	✓
High Voltage (400 - 480+ Volt)		✓
Niedrige Drehzahl (bis 1.000/min)	✓	✓
Mittlere Drehzahl (1.000–3.000/min)	Möglich	✓
Hohe Drehzahl (> 3.000/min)		✓
Hohes Drehmoment bei niedriger Drehzahl (< 1.000/min)	✓	✓
Reaktionszeiten bei hoher Bandbreite		✓
Punkt-zu-Punkt (einfach/moderat)	✓	✓
Punkt-zu-Punkt-Bewegung	Möglich	✓
Koordination zwischen Achsen	Pseudo	✓
Höchste Beschleunigung/Verzögerung		✓
Halten der Position ohne Hunting	✓	
Rastmoment	✓	
Lastträgheitsverhältnisse bis 30 : 1	✓	Möglich
Lastträgheitsverhältnisse bis 200 : 1	Möglich	DD+(R/L)*
Schnelle Korrekturen bei Störgrößen oder neuen Sollwerten		✓
Verfügbare Spitzendrehmomente > Dauerleistungsfähigkeit		✓
Höchste Auflösung		✓
Höchster Eingangsspannungsbereich		✓
Einfachste Integration	✓	
Ideal für feste Lasten	✓	
Höchster Produktdurchsatz		✓
Höchste Effizienz		✓



Über den Autor

Hurley Gill ist leitender Anwendungs-/Systemingenieur bei [Kollmorgen](#) in Radford, VA (USA). Er schloss 1978 sein ingenieurwissenschaftliches Studium am Virginia Tech ab und ist seit 1980 in der Antriebstechnikbranche tätig.

WISSENSWERTES ÜBER KOLLMORGEN

Kollmorgen verfügt über mehr als 100 Jahre Erfahrung in der Antriebstechnik und bietet Systeme, die sich als die hochleistungsfähigsten und zuverlässigsten Motoren, Antriebe, linearen Aktuatoren, Getriebe, AGV-Steuerungslösungen und Automatisierungsplattformen in der Industriebranche bewährt haben. Wir liefern bahnbrechende Lösungen, die in Leistung, Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit unübertroffen sind und Maschinenbauern einen unbestreitbaren Marktvorteil verschaffen.

Um weitere Informationen zu erhalten, besuchen Sie unsere Website unter www.kollmorgen.com, senden Sie uns eine E-Mail an think@kollmorgen.com oder rufen Sie uns unter +49 (0) 2102 / 93940 an.