

## Wählen zwischen elektromechanischen und fluidtechnischen linearen Aktuatoren in der Entwicklung industrieller Systeme

James Marek, Geschäftsbereichsleiter, Thomson Systems  
Thomson Industries, Inc.  
540-633-3549  
[www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com)  
[Thomson@thomsonlinear.com](mailto:Thomson@thomsonlinear.com)

---

Lineare Antriebe sind für eine Vielzahl von Produkten und Prozessen von entscheidender Bedeutung; bei der Fabrikautomation, Verpackung, bei medizinischen Geräten und in vielen weiteren Bereichen. Lineare Aktuatoren werden im Allgemeinen unterteilt in zwei Hauptkategorien: fluidtechnische Aktuatoren, welche auf Differenzdruck basieren und [elektromechanische Aktuatoren](#), welche von einem Elektromotor angetrieben werden. Die Art des verwendeten Aktuators spielt eine entscheidende Rolle für die Leistung der Maschine sowie für die Anlage- und Betriebskosten. Dieser Artikel betrachtet die Vor- und Nachteile von sämtlichen Haupttypen linearer Aktuatoren mit dem Ziel, Ihnen einen allgemeinen Leitfaden für deren Auswahl und Anwendung zu bieten.



Präzise lineare Aktuatoren können erfolgreich eingesetzt werden beim Handhaben, beim Verarbeiten und bei Herstellungsanwendungen. Die Vielfalt an Optionen und Zubehör macht es Ihnen leicht, den perfekten Aktuator für die meisten Anwendungen zu finden.

Die bisher und auch zukünftig beste Einsatzmöglichkeit für pneumatische Aktuatoren besteht darin, relativ leichte Lasten zwischen zwei Positionen vor und zurück zu bewegen, wobei der Verfahrweg an jedem Ende durch mechanische Grenzen am Aktuator bzw. durch Anschläge gesteuert wird. Diese Anwendungen werden häufig als sehr laut bezeichnet, aufgrund des Lärms, welcher entsteht, wenn der Aktuator das Ende der Verfahrwegbegrenzungen erreicht. Positionssteuerung ist an keiner Stelle, mit Ausnahme der Endpositionen, erforderlich. Bei diesen Anwendungen bieten pneumatische Aktuatoren üblicherweise eine Kombination aus geringen Anlagekosten und hoher Geschwindigkeit, weshalb sie die ideale Wahl für einfache Bewegungsabläufe sind.



Präzisions Linearaktuatoren sind für chemische Anlagen, Papierfabriken, Schweiß- und Außenanwendungen geeignet. Dank des IP65 Schutzes, des robusten Designs und der Verwendung von hochwertigen Komponenten sind sie für fast alle Standorte geeignet.

Hydraulische Aktuatoren werden für Anwendungen mit hoher Kräfteinwirkung verwendet, mit Kräften, welche 25 Male so stark sind, wie die Kräfte eines Pneumatikzylinders der gleichen Baugröße. Sie laufen üblicherweise mit einem Leitungsdruck von 2.500 Psi; verglichen damit läuft ein Pneumatikzylinder mit 90 Psi (oder weniger). Hydraulische Aktuatoren weisen die gleichen Begrenzungen auf wie pneumatische, da ihr Bewegungsprofil nur schwer und kostenintensiv steuerbar ist.



Das Markenzeichen des gesamten Sortiments der Präzisions Linearaktuatoren besteht in ihrer Fähigkeit, tagein, tagaus hart, schnell und genau zu arbeiten, und das unter den härtesten Bedingungen.

### Steuerung von Bewegung und Kraft

Andererseits, dadurch, dass Maschinen zunehmend aufwendiger, produktiver, genauer und sicherer werden, wird auch die Möglichkeit des Steuerns von Lage, Geschwindigkeit oder Kraft über das Bewegungsspektrum dringender benötigt. Bei pneumatischen Systemen kann eine genauere Steuerung mittels Proportionalreglern und Ventilen erfolgen, jedoch erhöht dies die Kosten und die Komplexität des installierten Systems, sowie die Instandhaltungskosten erheblich. Zudem ergeben sich aufgrund der Luft-Komprimierbarkeit inhärente Einschränkungen für das Ausmaß der Steuerbarkeit, welches mit Hilfe pneumatischer Aktuatoren erzielt werden kann. Zusätzlich ist es für pneumatische Aktuatoren schwierig bis unmöglich, die langsamen, kontrollierten Geschwindigkeiten zu erbringen, welche für bestimmte Anwendungen erforderlich sind.



Präzise lineare Aktuatoren bieten langlebigen und wartungsfreien Betrieb beim Be- oder Entladen in der Materialhandhabung, Verpackung sowie in der medizinischen oder elektronischen Industrie.

Ein großer Verpackungshersteller entdeckte die Vorteile in ihrer Fähigkeit, das Bewegungsprofil zu steuern und die Zykluszeiten durch Anpassen der Produktvolumen und der Liniengeschwindigkeiten der Maschine zu verändern. Der erste Teil der Bewegung ist eine schnelle Bewegung ohne Kraft; sozusagen eine "zur Position bewegen". Beim eigentlichen Pressen des Produkts entschleunigt der Aktuator auf eine geringere Geschwindigkeit and stellt so sicher, dass das Pressen so kontrolliert wie möglich erfolgt. Anschließend fährt der Aktuator mit sehr hoher Geschwindigkeit zurück. Die Eigenschaften des Produkts erfordern eine sehr leichtgängige Bewegung; so erfolgt das gesamte Bewegungsprofil dergestalt, dass ein minimaler Stromverbrauch gewährleistet ist – tatsächlich wird nur dann Strom verbraucht, wenn der Aktuator effektiv in Bewegung ist.



Präzisions Linearaktuatoren sind gut geeignet zum Zweck der Ventilsteuerung in der Prozess- und Verpackungsindustrie, bei Lüftungsgeräten und Fahrzeuganwendungen.

Elektromechanische Aktuatoren bieten deutliche Vorteile in komplexeren Anwendungen, da sie dem Ingenieur die umfassende Kontrolle des Bewegungsprofils ermöglichen. Viele Aktuatoren haben eingebaute Encoder, welche verwendet werden, um Geschwindigkeit und Position genau zu steuern. Andere ermöglichen zusätzlich das Steuern und Überwachen des Drehmoments und die dafür angewandte Kraft. Elektromechanische Aktuatorssysteme sind programmierbar, sodass die Kraft und das Bewegungsprofil in der Software verändert werden können, ohne dass die Maschine heruntergefahren und neu konfiguriert werden muss.

Ein Ingenieur eines Herstellers für Blasformmaschinen, welcher von pneumatischen auf elektromechanische Aktuatoren umgerüstet hat, bemerkte: "Elektromechanische Aktuatoren sind schneller und berechenbarer. Früher verursachten Fluktuationen im Luftdruck der Maschinen Prozessschwankungen. Dank elektromechanischer Aktuatoren ist nun eine bessere Steuerbarkeit möglich, da wir die Geschwindigkeit, ebenso wie das gesamte Bewegungsprofil, anpassen können. Dies hat zu einer Bauteilqualität und einer verringerten Ausmusterung geführt."



Das Design eines Präzisions Linearaktuators ist recht einfach. Ein Elektromotor – durch ein Riemengetriebe, Schneckengetriebe, Planetengetriebe oder direkt über eine Kupplung – dreht eine Kugelgewindespindel, welche den Drehmoment durch das Verlängerungsrohr in eine Axialkraft übersetzt.

Die erhöhte Steuerbarkeit elektromechanischer Aktuatoren macht häufig die Umschaltung beim Wechsel von einem zu einem anderen Produkt überflüssig. Die daraus entstehenden Zeiteinsparungen können bei Verpackungsanwendungen, bei denen zahlreiche Verpackungsgrößen in einer einzelnen Arbeitsschicht laufen können, beträchtlich sein. Kürzlich sagte ein Ingenieur eines Verpackungsunternehmens: "Die meisten unserer Anwendungen sind pneumatisch, aber wir bewegen uns in Richtung Elektromechanik, da wir diese als zuverlässiger und besser steuerbar empfinden. In der Verpackungsindustrie sind Wechselzeiten entscheidend. Wenn Sie diese reduzieren können, werden wir gerne dafür bezahlen."

### **Energieverbrauch**

Der Energieverbrauch wird zu einem zunehmend ausschlaggebenden Faktor, den es beim Auswählen zwischen alternativen Bewegungstechnologien zu beachten gilt. Der Vorteil der Fluidtechnik ist, dass diese in der Lage ist, Druck ohne Aufwendung zusätzlicher Energie konstant zu halten. Andererseits muss der Kompressor, welcher verwendet wird, um einen pneumatischen Aktuator anzutreiben, konstant in Betrieb sein; selbst dann, wenn der Aktuator keine Arbeiten ausführt. Verluste aufgrund von Luftaustritten erhöhen die Betriebskosten pneumatischer Systeme.

Ein Betriebsleiter der Lebensmittel- und Getränkeindustrie merkte an: “Es ist ein Ärgernis und verschwenderisch, Luft in die Leitung zu führen. In diesen Leitungen kann es überall zu Undichtigkeiten kommen und die Kosten gehen in die Tausende.”



Präzisions Linearaktuatoren sind direkte Nachkommen von hydraulischen und pneumatischen Zylindern. Aktuatoren profitieren von einer saubereren, einfacheren und energieeffizienteren Kraftübertragung. Sie können auch viel einfacher mit modernen, programmierbaren Steuerungen vernetzt werden; sie sind genauer und geräuschärmer.

Pneumatik und Hydraulik durchlaufen ebenfalls einen Energieumwandlungsprozess in zwei Stufen, welcher eine relativ geringe Energieeffizienz zur Folge hat. Andererseits bieten elektromechanische Aktuatoren im Großteil ihrer Anwendungen beträchtliche Energieeinsparungen, da sie nur dann Energie verbrauchen, wenn sie tatsächlich Arbeiten ausführen. Die Kugelgewindespindel und das Walzengewinde, welche in elektromechanischen Aktuatoren verwendet werden, bieten hohe Wirkungsgrade, üblicherweise im Bereich von 90%.

### **Sauberer Betrieb**

Lineare Aktuatoren werden häufiger bei Anwendungen verwendet, welche einen sauberen Betrieb erfordern, z. B. in der Lebensmittel-, Getränke-, Verpackungs-, Medizinal- und Elektronikherstellungsindustrie. Werden hydraulische Aktuatoren verwendet, so können Undichtigkeiten und das Entsorgen des verwendeten Öls ein Problem darstellen. Pneumatische Aktuatoren verursachen ähnliche Schwierigkeiten, aufgrund des Auftretens von Öl und anderen Unreinheiten in Druckluftanschlüssen. Die Abluft muss üblicherweise gefiltert werden, um Unreinheiten vor der Freisetzung in die Umwelt zu entfernen. Elektromechanische Aktuatoren haben andererseits weit geringere Auswirkungen auf die Umwelt und werden für Anwendungen, bei denen ein sauberes Umfeld wichtig ist, stark bevorzugt. Die Geräuschreduktion am Arbeitsplatz ist bei vielen Anwendungen ein weiterer Gesichtspunkt. Elektromechanische Systeme haben in diesem Bereich einen großen Vorteil.



Präzisions Linearaktuatoren sind ideal, um Lasten zu positionieren, welche entweder extern geführt und unterstützt werden oder schwenken.

Die Gesamtbetriebskosten sind bei nahezu jeder Anwendung ein wichtiger Faktor. Fluidtechnische Aktuatoren haben üblicherweise dann einen Kostenvorteil, wenn Anwendungen bereits über eine Energiequelle verfügen, da zum Hinzufügen einer neuen Achse lediglich ein Zylinder, Ventile, Schläuche und Beschläge erforderlich sind. Demgegenüber sind elektromechanische Aktuatoren üblicherweise weniger kostenintensiv, wenn keine Fluidtechnik verfügbar ist bzw. wenn Fluidtechnik zwar verwendet wird, zum Handhaben einer neuen Achse jedoch zusätzliche Kapazitäten bereitgestellt werden müssen. Wie zuvor erwähnt, ist der Energieverbrauch ebenfalls ein wichtiger Faktor bei den Gesamtbetriebskosten. Die Zeitspanne, bis die anfängliche, höhere Prämie, welche für elektromechanische Aktuatoren gezahlt wurde, wieder eingenommen ist, variiert natürlich abhängig von der jeweiligen Anwendung. Es ist jedoch nicht unüblich, dass dies aufgrund des reduzierten Energieverbrauchs bereits in weniger als einem Jahr geschieht.

Elektromechanische Aktuatoren verringern ebenfalls die Komplexität des Entwicklungsprozesses, da sie leichter zu spezifizieren und zu entwerfen sind als pneumatische oder hydraulische Aktuatoren. Zum Festlegen der Größe eines Aktuators für eine Anwendung sind lediglich drei Schritte notwendig: bemessen Sie die Last, bestimmen Sie den Auslastungsgrad und legen Sie die Hub- und Einfahrlänge fest. Lasten können durch Softwarepakete festgelegt werden, welche mechanische Systeme simulieren bzw. dadurch, dass Bemessungen mit einem Zuglastgeber auf dem Aktuator durchgeführt werden. Elektromechanische Aktuatoren können vom Hersteller leicht so konfiguriert werden, dass diese den Anforderungen entsprechen; durch Verändern von Übersetzungen, Leitspindel, Motor und elektronischen Einstellparametern werden die Hauptleistungsvariablen berechenbar beeinflusst.



Präzisions Linearaktuatoren sind oftmals aufgrund ihrer Vorteile, wie einer einfacheren und kleineren Installation, der vereinfachten Steuerung, geringeren Energiekosten, höheren Genauigkeit, geringerer Instandhaltung, weniger Lärm und einer saubereren, gesünderen Umwelt eine bessere Wahl als hydraulische oder pneumatische Alternativen.

Zusammenfassend wird der Wechsel von Fluidtechnik hin zu elektromechanischen Lösungen von drei Hauptfaktoren vorangetrieben. Der Erste ist das Erhöhen der Produktivität durch die verbesserte Kontrollierbarkeit, verkürzte Wechselzeiten und die verbesserte Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Der Zweite ist die Verringerung der Betriebskosten der Maschine durch eine verbesserte Energieeffizienz, erhöhte Betriebszeit und verringerte Instandhaltung. Der Dritte ist darin begründet, dass elektromechanische Systeme sauberer und leiser als fluidtechnische Systeme sind. Anbieter elektromechanischer Aktuatoren können Hersteller dabei unterstützen, den idealen Aktuator für ihre Anwendung zu ermitteln, wobei Kosten mit Leistung und Zuverlässigkeit abgewägt werden.

### **Über Thomson**

Mit mehr als 60 Jahren Bewegungssteuerinnovation und Qualität ist Thomson der erste industrielle Hersteller von linearen Kugelbuchsen®- und Profilschienenlagern, 60 Gehäuse™ Wellen, geschliffenen und gewälzten Kugelgewindespindeln, linearen Aktuatoren, Getriebeköpfen, Kupplungen, Bremsen, linearen Systemen und damit verbundenem Zubehör. Thomson erfand im Jahr 1945 das lineare Kugelbuchsenlager und hat seitdem mit einer unübertroffenen Reihe mechanischer Bewegungssteuerungslösungen, welche sowohl globalen kommerziellen, als auch dem Luft- und Raumfahrt & Verteidigungsmarkt dienen, Maßstäbe gesetzt. Thomson Industries, Inc. hat Niederlassungen in Nordamerika, Europa und Asien mit mehr als 2000 Vertretungen weltweit.

Thomson, 1500 Mittel Boulevard, Wood Dale, IL 60191-1073; 1-540-633-3549; 1-540-633-0294 (Fax); [Thomson@thomsonlinear.com](mailto:Thomson@thomsonlinear.com); [www.thomsonlinear.com](http://www.thomsonlinear.com).