

# Nachhaltigkeitsschub bei Linearbewegungen



Immer mehr pneumatisch realisierte Bewegungen sind nicht mehr konkurrenzfähig. Tubulare Linearmotoren erweisen sich als die effizientere Lösung. Bei häufigen, kurzen Linearbewegungen reduzieren sie den Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Ausstoß um teilweise mehr als 90 Prozent. Den Umstieg auf diese nachhaltigere Antriebstechnik erleichtern NTI und B&R. Die unter dem Markennamen LinMot bekannten Linearmotoren des Schweizer Herstellers lassen sich mit den ACOPOS-Servoantrieben direkt ansteuern.



Im Musical Starlight Express gewinnt die Elektrizität das Rennen zwischen den verschiedenen Antriebstechniken. Auch im Maschinenbau zeichnet sich ein starker Trend zu vollelektrischen Ausführungen ab. Das hat viele Gründe. Einer ist das Streben danach, den Energieverbrauch von Produktionsanlagen zu senken. Ziel ist, die Energieeffizienz zu erhöhen. Allerdings sind bewährte Mittel ausgeschöpft. Der Wirkungsgrad klassischer Antriebstechnik lässt sich nur mehr um wenige Prozentpunkte steigern. Um aber den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich zu reduzieren, müssen technologisch ausgetretene Pfade verlassen werden. Bestes Beispiel ist die Eisenbahn.

Bereits in den 1970er Jahren löste der elektrische Antrieb trotz immenser Infrastrukturkosten die Dampftraktion ab, bei der lokal erzeugter Dampf als Druckmittel in Zylindern seine Arbeit verrichtet hatte. Der Wirkungsgrad war katastrophal, obwohl der Abdampf aus den Zylindern meist in Hilfs- und Nebenbetrieben nachgenutzt wurde. Die Energiebilanz hat sich durch solche Maßnahmen jedoch nur marginal verbessert.

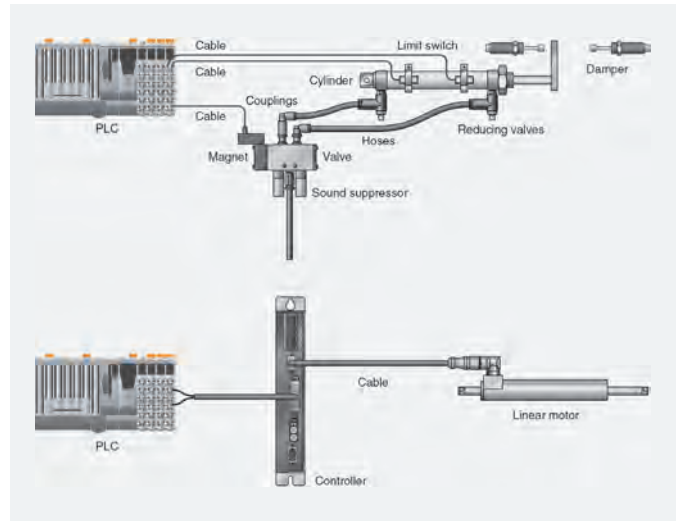
### Enormer Energieverlust von Hydraulikantrieben

Dasselbe Grundprinzip wie den Zylindern einer Dampflok liegt auch den im Maschinenbau weit verbreiteten Pneumatikzylindern zugrunde. Sie werden verwendet, um häufig wiederkehrende Linearbewegungen mit kurzen, gleichbleibenden Wegen zu realisieren. Trotz zahlreicher Verbesserungen und Optimierungen im Detail ist auch ihr Systemwirkungsgrad gering. Schon bei der Erzeugung von Druckluft in meist elektrisch betriebenen Kompressoren geht 80 Prozent der eingesetzten Energie verloren, noch ehe diese in den Zylindern Arbeit verrichten kann. Auch auf dem Weg zum Zylinder sind Verluste vorgezeichnet.

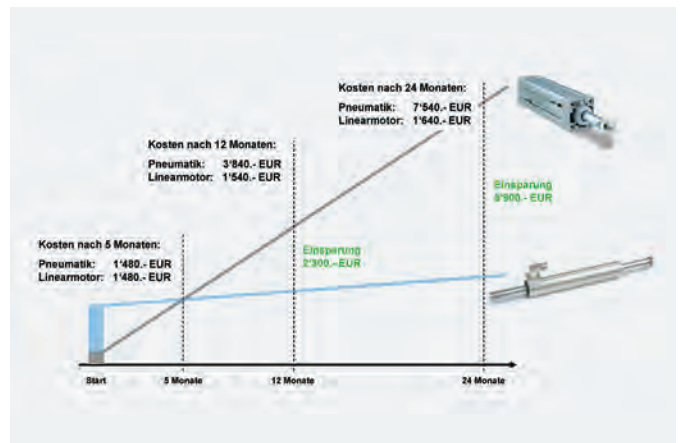
Eine im Auftrag des Forums „Druckluft effizient“ erstellte Studie des Fraunhofer-Instituts weist durchschnittlich 25 Prozent zusätzliche Verlust durch Leckagen in Leitungen und Ventilen aus. Hinzu kommt, dass sich bei einem Hydraulikantrieb Bremsenergie nicht rückspeisen lässt. Vielmehr wird entspannte Druckluft ins Freie abgelassen. Der Gesamtwirkungsgrad einer Pneumatik-Achse liegt deshalb bei unter zehn Prozent.

### Die kostengünstigste Alternative – der tubulare Linearmotor

Eine deutlich energieeffizientere Alternative zu Pneumatikzylindern bieten Linearmotoren, in denen die elektrische Energie durch die elektromagnetischen Kräfte direkt in Bewegung umgesetzt wird. Ein vorteilhafter Nebeneffekt von Linearmotoren ist die deutlich einfachere Installation, da sämtliche Fluid-Komponenten entfallen. Vor allem dort, wo kurze Linearbewegungen die einzige Anwendung von Pneumatik in der Maschine sind, kommt dieser Aspekt deutlich zum Tragen.



Der höhere Anschaffungspreis tubularer Linearmotoren gegenüber Pneumatikzylindern relativiert sich bereits durch die erforderliche Beschaltung.



Die höheren Investitionskosten amortisieren sich innerhalb kurzer Zeit durch eine radikale Energieeinsparung. In einer Pick-and-Place-Anwendung haben sich die Kosten nach nur fünf Monaten amortisiert.

Wie alle Elektromotoren haben Linearmotoren eine sehr hohe Effizienz. Zusätzlich steigern lässt sich diese, wenn moderne Antriebstechnik wie die ACOPOS-Servoantriebe von BSR eingesetzt werden. Sie können zusätzlich die Bremsenergie in einem Zwischenkreis speichern und für spätere Beschleunigungsvorgänge nutzbar machen. Auch eine Rückspeisung überschüssiger Energie in das Netz ist recht einfach möglich. Allerdings sind die meisten Linearmotoren auf die Kombination von höchster Dynamik und Prä-



**Ernst Blumer**  
Vertriebsleiter der NTI AG

„Für Käufer von Produktionsmaschinen sind angesichts weiter steigender Energiekosten längst die Gesamtkosten zum Entscheidungskriterium geworden. Tubulare Linearmotoren bieten die Möglichkeit, Energiekosten sprunghaft zu senken.“

zision hin optimiert. Sie anstelle von pneumatischen Lösungen bei einfachen Bewegungen zu verwenden, kommt daher aus Kostengründen nicht infrage. Sehr wohl eine gangbare Alternative zur Druckluft-Achse ist jedoch der tubulare Linearmotor. Dessen Stator ist im Inneren eines Rohres angeordnet und umfasst die Magnete eines stabförmigen Läufers. Er lässt sich durch seinen einfacheren, symmetrischen Aufbau leichter produzieren als die bekannteren flachen oder U-förmigen Linearmotoren; bei gleich hohem Wirkungsgrad ist er jedoch langlebiger, einfacher einzusetzen und wesentlich kostengünstiger.

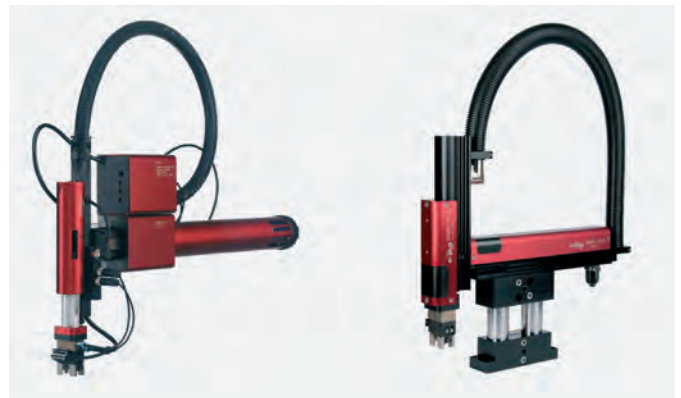
#### **Kostenreduktion von 3.000 auf 100 Euro**

„Auf die Möglichkeit zur sprunghaften Energiekostensenkung machte uns ein Kunde aufmerksam, für den wir den Energiebedarf unserer Motoren im Vergleich zur Pneumatik berechnen mussten“, sagt Ernst Blumer, Vertriebsleiter der NTI AG, Hersteller der LinMot-Linearmotoren und Servo Drives. „Der Kunde musste eine Last von 15 Kilogramm mit 30 Takten pro Minute auf 400 Millimeter Hub zyklisch verfahren. Laut unseren Berechnungen waren Einsparungen von über 90 Prozent möglich. Diese wurden bei Messungen in der realen Anlage bestätigt. In dieser Anwendung reduzierten sich die Energiekosten pro Achse von 3.000 auf 100 Euro pro Jahr.“

So kann das Antriebselement durch Ersatz der konstruktiv ähnlichen Pneumatikzylinder den Energieverbrauch von Linearachsen radikal senken und die Mehrkosten in kurzer Zeit amortisieren. Auch die Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes ist beachtlich. Im Dreischichtbetrieb bringt es die Pneumatikachse in dieser Anwendung auf eine CO<sub>2</sub>-Emission von über 12 Tonnen, dies entspricht einer Fahrleistung von rund 100.000 Kilometern mit einem modernen Mittelklasse-Pkw.

#### **B&R ebnet den Weg für die Technologiewende**

„Es war uns ein besonderes Anliegen, dass unsere Kunden von nachhaltigeren Lösungen profitieren“, sagt Bernhard Eder, Product Management bei B&R. „Auf möglichst einfache Weise haben wir die Technologiewende bei Linearbewegungen nutzbar gemacht und nahtlos in das Gesamtsystem integriert.“ So enthält der B&R-Antrieb ACOPOSmicro Servo serienmäßig auch die Encoder-Schnittstelle für die 80VDC-Serie der tubularen Linearmotoren von



Bereits drei Jahre nach seiner Markteinführung verkauft der deutsche Hersteller elektropneumatische Systeme GmbH 60 Prozent der Pick-and-Place-Handhabungsgeräte in der Linearausführung, obwohl das funktionsäquivalente pneumatische Produkt zu wesentlich niedrigeren Preisen ebenfalls weiterhin im Programm ist.



Serienmäßig enthält der Servoantrieb ACOPOSmicro die LinMot-Encoderschnittstelle für tubulare Linearmotoren in 80V-Ausführung, die 400V-Ausführungen werden mit ACOPOSmulti angesteuert.



**Bernhard Eder**  
Product Management, B&R

„Neben dem Energieverbrauch reduziert der Ersatz von Fluid- durch Linearantriebstechnik den Entwicklungs-, Montage- und Inbetriebnahmeaufwand. Mit den Antriebssteuergeräten der ACOPOS-Familie stellt B&R seinen Kunden eine einheitliche Lösung für alle Bewegungsaufgaben zur Verfügung. Sie können damit die Energieeffizienz ihrer Maschinen substantziell erhöhen.“

LinMot. Die 3x400VAC-Serie des Schweizer Herstellers ist ohnedies mit ACOPOSmulti-kompatiblen Encodern ausgestattet. Neben dem enormen Energie-Einsparungspotenzial weisen tubulare Linearmotoren erhebliche funktionale Zusatznutzen auf. Da sie mehrere Milliarden Hübe ausführen können, entfällt der Zylindertausch. Das senkt den Wartungsaufwand und reduziert die Stillstandzeiten. Zudem eignen sich tubulare Linearmotoren auch für hochfrequente Anwendungen, etwa in Textilmaschinen. Dort wiesen pneumatische Antriebe die geforderten 600 Bewegungen pro Minute bei Präzisionsanforderungen im Bereich von Hundertstelmillimetern ebenso wenig auf wie die nötige Langlebigkeit; klassische Linearmotoren andererseits waren zu teuer.

#### Auf Hundertstelmillimeter genau

Mit der integrierten Positionsmessung erfolgt die Positionierung mit einer Genauigkeit bis 0,05 Millimeter berührungslos und daher verschleißfrei. Für hochpräzise Anwendungen kann durch einen zusätzlichen externen Positionsgeber bis in den Mikrometerbereich positioniert werden. Die zur Kommunikation mit der Steuerung erforderliche integrierte Sensorik ermöglicht eine Diagnose sowie das Senden von Zustandsinformation für das Condition Monitoring, zum Beispiel die aktuelle Statortemperatur. Den größten verfahrenstechnischen Nutzen bringt die Möglichkeit, die Bewegung frei zu parametrieren. Hub, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Kraft sind frei programmierbar. Mit den Servoreglern der ACOPOS-Familie von B&R können beliebig komplexe Bewegungsverläufe über den Gesamthub realisiert werden. Damit lässt sich die Achse veränderten Gegebenheiten – etwa Werkstückgrößen – anpassen und auch für synchrone Parallelfahrten mit Fremdachsen nutzen.

#### Amortisation nach nur fünf Monaten

Nach wie vor dominieren die altbekannten Technologien wie Pneumatik und Hydraulik die Lineartechnik. Der Grund: Die reinen Investitionskosten sind für Maschinenbauer im Vergleich zu elektrischen Antrieben tiefer. „Für Käufer von Produktionsmaschinen sind angesichts weiter steigender Energiekosten jedoch längst die Gesamtkosten zum Entscheidungskriterium geworden“, weiß Blumer. Über die gesamte Lebensdauer einer Anlage hinweg kann es jedoch sehr schnell viel teurer werden, auf alte Technologien wie Pneumatik oder Hydraulik zu setzen. „In der oben zitierten Handling-Aufgabe amortisierte sich die höhere Investition nach nur fünf Monaten durch die minimierten Energiekosten, nach zwei Jahren ergibt sich eine Einsparung von annähernd 6.000 Euro“, fährt Blumer fort. „Bereits heute lassen sich große, innovative Maschinen- und Anlagebauer ihre Maschinen auf Strom- und Luftverbrauch zertifizieren, um nebst den Investitionskosten auch die Betriebskosten der Anlagen dem Endkunden offenzulegen.“

„Neben dem Energieverbrauch reduziert der Ersatz von Fluid- durch Linearantriebstechnik den Entwicklungs-, Montage- und Inbetriebnahmeaufwand“, ergänzt Eder. „Mit den Antriebssteuergeräten der ACOPOS-Familie stellt B&R seinen Kunden eine einheitliche Lösung für alle Bewegungsaufgaben zur Verfügung. Sie können damit die Energieeffizienz ihrer Maschinen substantziell erhöhen, ob sie diese mit Schrittmotor, Torque-, Synchron-, Gleich- oder Drehstrommotor lösen oder Linearantriebe als Ersatz für Pneumatik-Achsen verwenden.“ Mit Automation Studio bietet B&R zudem eine einheitliche Entwicklungsumgebung für die Bewegungssteuerung mit allen Antriebsarten. ←



In Automation Studio sind alle Werkzeuge für Positionsaufgaben integriert. So lassen sich auch komplexe Bewegungsabläufe ohne aufwändige Programmierung realisieren. Die PLCopen-Motion-Control-Funktionsblöcke, die der Norm IEC 61131-3 entsprechen, unterstützen den Anwender optimal bei der Programmierung.