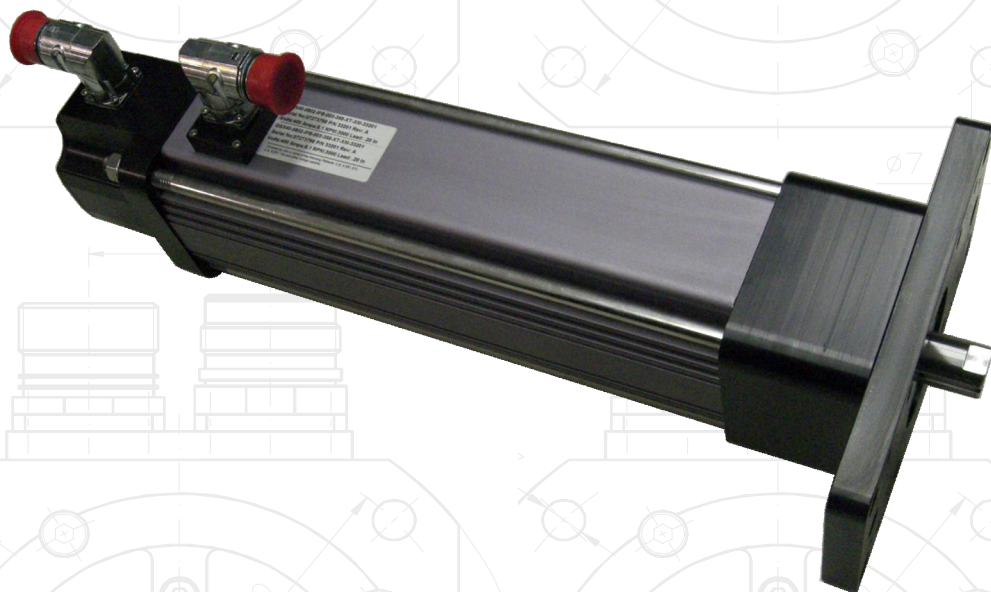


Funktionsweise & Vorteile

Stellzylinder Baureihe GSM und GSX mit invertiertem Rollengewindetrieb



Die bessere Lösung.

**Optimaler Ersatz für
Hydraulik- und Pneumatik-Zylinder!!!**



Einleitung

Der Marktanteil für elektrische Linearstellzylinder in den unterschiedlichsten Ausführungen wächst überproportional. Ausgelöst durch steigende Anforderungen an moderne Maschinenkonstruktionen sind heute geregelte Linearbewegungen bei maximaler Flexibilität ein Muss für den erfolgreichen Maschinenbauer. Strengere Umweltbestimmungen und gestiegene Prozessanforderungen sind weitere Gründe für den Siegeszug der elektrischen angetriebenen Stellglieder in der modernen Industrie. Immer mehr Pneumatik und Hydraulikzylinder durch elektrische Aktoren ersetzt werden.

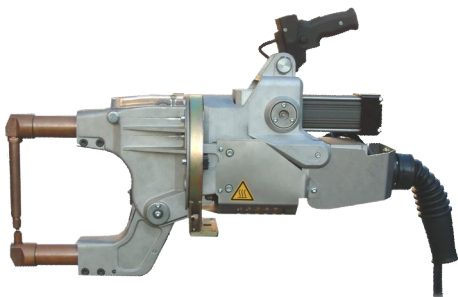
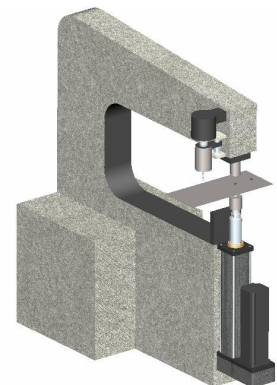


Bei Einsatzfällen mit kurzen Verfahrwegen (100 – 300 mm) bei gleichzeitig sehr hohen Vorschubkräften haben bereits heute in der Automobilindustrie elektrische Systeme Pneumatik und Hydraulik vollständig ersetzt.

Der folgende Beitrag erläutert die Entwicklungsgeschichte und die technischen Details des Exlar Linearstellzylinders mit invertiertem Planetenrollengewindetrieb. Diese erprobte und weltweit eingesetzte mechatronische Lösung setzt in Kombination mit neuester Motortechnologie Standards im Bereich Kraftdichte, Gewicht, Regelverhalten, Emissionsarmut und Wartungsfreundlichkeit.

Der elektrische Linearstellzylinder mit seiner hervorragenden Regelbarkeit ist die bessere Alternative in allen Anwendungen bei denen hohe Kräfte bei minimalen Abmessungen erforderlich sind.

Der Einsatzbereich ist ganz eindeutig im Kraftbereich von 1 – 100 kN. Der Linearstellzylinder ist kein Ersatz für konventionelle Aktoren im Bereich allerhöchster Vorschubkräfte >100kN. Für die Bereiche mit mittleren Vorschubkräften jedoch bietet er erhebliche Optimierungspotentiale, die es ermöglichen, neue und flexiblere Maschinenkonzepte zu entwickeln.



Schweißtechnik Applikation:
Elektrische Handschweißzange

Typische Applikationen

- Verpackungsmaschinen
- Kleinpressen
- Prüfstände für den Automotive Bereich
- Glasbearbeitungsindustrie
- Montageautomaten
- Maschinen für Halbleiterfertigung
- Medizintechnik
- Holzverarbeitungsindustrie
- Schweißtechnik



Die Alternativen

Kostengünstige Druckluft- oder Hydraulikzylinder mit beschränkenden Eigenschaften

- nur stufige Einstellung des Fahrwegs möglich - ohne Einsatz aufwendiger Linearmesssysteme - meistens wird mit einem oder mehreren Endschaltern gearbeitet
- bei Druckluftzylindern zeitlich (zum Teil stark) verzögerter Kraftanstieg. Eine exakte Regelung der verschiedenen Kraftstärken ist hierdurch nur schwer, bzw. fast unmöglich (Hysterese)
- die stufenlose Einstellung der Fahrgeschwindigkeit wird schwierig, da oft nur mit Vor- und Haupthub gearbeitet wird und eine kontinuierliche Positionsüberwachung fehlt
- hohe Betriebskosten - die Antriebsmedien (Druckluft / Hydrauliköl) müssen mit speziellen Geräten aufbereitet bzw. hergestellt werden und sind daher deutlich kosten- und wartungsintensiver als elektrische Energie
- das Antriebsmedium Hydrauliköl ist durch nie ganz zu vermeidende Leckagen im System eine „unsaubere“ Lösung (Reinigung, Wartung, Arbeitsplatzsicherheit)
- hoher Wartungsaufwand durch schleifende Dichtungen im Zylinder und Energiebereitstellung (Kompressor, Filter)
- Geräuschbelästigung an Arbeitsplätzen

Diese Eigenschaften reduzieren die Verfügbarkeit der Maschinen und reduzieren die Flexibilität.

Entwicklung der Linearstellzylinder

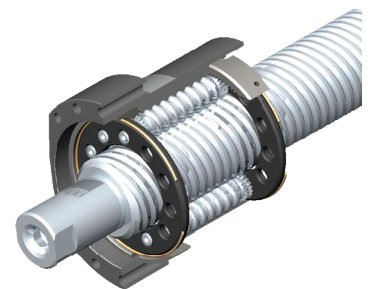
Die Kraftausnutzung von Druckluft-/Hydraulikzylindern konnte bislang von keinem elektrischen Lineardirektantrieb bei nahezu gleichem Bauraum erreicht werden, wie z.B. einem tubularen Linearmotor. Erklärung hierfür sind die unterschiedlichen physikalischen Prinzipien und der bei einem elektrischen Direktantrieb erreichbaren maximalen Flächenkraftdichte von ca. 8-10 N/cm². Der Linearstellzylinder schließt diese Lücke im Produktspektrum elektrischer Direktantriebe durch die mechatronische Umsetzung von Rotations- in Linearbewegung.

Bereits 1990 mit der Entwicklung einer optimalen Alternative zu Hydraulik- und Pneumatikzylindern begonnen. Ziel war es, die positiven Eigenschaften von Hydraulik- und Pneumatiksystemen zu übertreffen und mit den Eigenschaften wartungsarm, zuverlässig, umweltfreundlich und präzise zu ergänzen.

Elektrische Linearstellzylinder bestehen immer aus den 2 Hauptelementen:

- Elektrischer Antrieb mit integriertem Rotorlagegeber
- Gewindespindel zur Umsetzung von Rotationsbewegung in Linearbewegung

Aufgrund seiner Eigenschaften ist für einen zuverlässigen Einsatz in rauer Industrieumgebung der Planetenrollengewindtrieb ideal. Die hohe Zahl der Kontaktpunkte, die geführten Rollen und das Planetenprinzip ergeben einen extrem steifen Präzisionsantrieb mit Bestnoten bei Beschleunigung und Geschwindigkeit. Trotz der höheren Kosten im Vergleich zu Kugelgewindtrieben war dies auch der Grund für die Wahl dieses Systems für alle Aktoren. Die Herstellung von geschliffenen Planetenrollengewindtrieben ist daher seit 1990 auch die Kernkompetenz des Unternehmens. In der nachfolgenden Tabelle sind die charakteristischen Eigenschaften der verschiedenen Systeme zusammengefasst.



Vergleich Planetenrollen gegenüber Kugelgewindetrieiben

- Mehr Kontaktpunkte bei gleicher Baulänge
- Hohe Beschleunigung durch geführte Rollen
- Hohe Drehzahlen möglich bis 5.000 rpm
- Sehr gute Schockbelastung
- Keine empfindliche Umlenkung

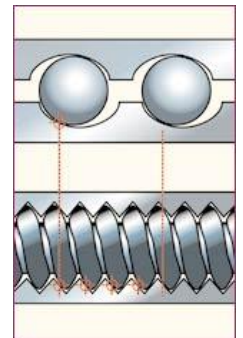
Tabelle : Vergleich der verschiedenen Linearantriebstechnologien

	Planetenrollen	Kugelgewinde	Trapezgewinde	Hydraulik	Pneumatik
Belastbarkeit	Sehr hoch ++	Hoch +	Hoch +	Sehr hoch ++	Hoch +
Lebensdauer	Extrem +++	Gut +	Gering --	Hoch +	Mittel o
Geschwindigkeit in rpm	Hoch ++ Max 5000	Gut + Max 3000	Gering – k.A.	Mittel o	Sehr Hoch +++
Beschleunigung	Sehr Hoch ++	Mittel o	Gering -	Sehr Hoch	Sehr Hoch
Positionierung	Sehr Gut ++	Sehr Gut ++	Gut +	Mittel o	Schwierig --
Steifigkeit	Sehr Gut ++	Mittel o	Sehr gut ++	Gut +	Sehr gering --
Schockbelastung	Sehr hoch ++	Gering -	Sehr Gut ++	Sehr gut ++	Gut +
Wirkungsgrad	> 90%	> 92%	Ca. 40%	< 50%	< 50%
Wartung	Gering ++	Mittel o	Hoch --	Sehr Hoch --	Hoch -
Umweltfreundlichkeit	Gut +	Gut +	Gut +	Schlecht --	Schlecht --

Hieraus entstand der klassische Linearstellzylinder mit Gewindespindel, Kolbenstange und axial oder parallel angebautem Antrieb.

Durch die hohe Anzahl von Kontaktpunkten wird sowohl Tragzahl als auch Steifigkeit erhöht und damit die Lebensdauer.

Der Antrieb ist dadurch nahezu wartungsfrei!

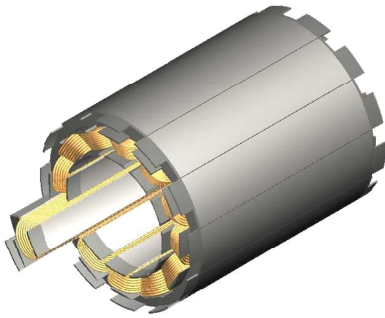


Bei den klassischen elektrischen Aktuatoren wurden aber folgende Problempunkte festgestellt:

- Mangelnde Kompaktheit - oft sind die Antriebsmotoren an eine Spindeleinheit axial oder seitlich angebaut
- Externe Führung der Spindel zentrisch zur Mutter – der Gedanke des integralen Linearstellzylinders geht damit verloren
- Keine Führung der Spindel vorhanden - schon kleinste Radialkräfte auf die Spindel-Mutter-Einheit bedingen eine starke Lebensdauerverkürzung



Dies führte zur Entwicklung des weltweit patentierten **invertierten Planetenrollengewindetriebes**.

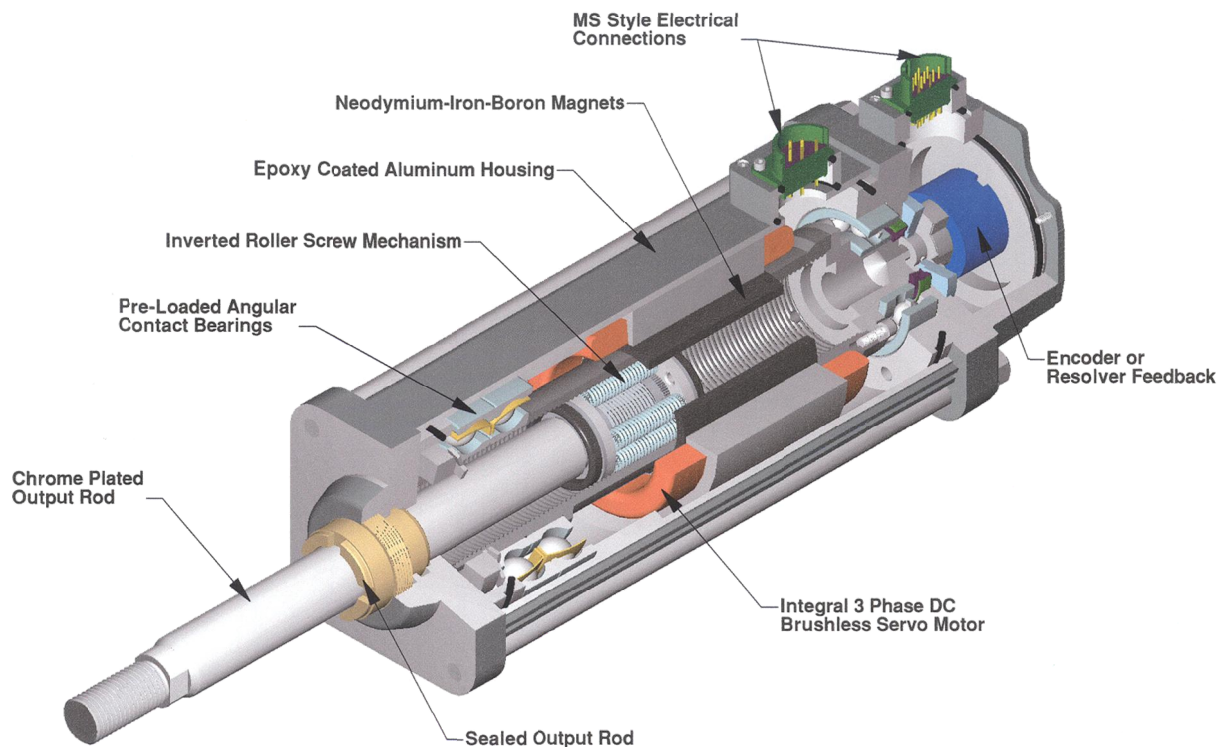


Hier werden alle Vorzüge der Planetenrollentechnik mit einer kompakten Bauform vereint. Der Hohlwellenrotor mit Innengewinde ist gleichzeitig das Außenteil der mechatronischen Umlenkung.

Die Kolbenstange wird über die Planeten linear bewegt. Diese Lösung ist einzigartig und bzgl. Kräftdichte und Gewicht unerreicht. Die Regeleigenschaften entsprechen denen eines Direktantriebes

Ein weiteres Highlight in Bezug auf Leistungsdichte und Wirkungsgrad ist die neue T-Lam-Technologie, die seit 2000 in allen Stellzylindern eingesetzt wird. Das 8-polige Motordesign ist optimal an die Anforderungen der Stellzylinder angepasst. Durch den segmentierten Stator entstehen Einzelelemente, die ohne teure Werkzeuge gewickelt werden können.

Die Wickelköpfe verschwinden fast vollständig im Statorpaket, wodurch die Leistung gegenüber konventionellen Servomotoren um 35 % erhöht wird. Außerdem verbessert sich die Isolationsfestigkeit des Stators auch für Zwischenkreisspannungen von 850 VDC und durch die reduzierte Wärmeentwicklung verlängert sich die Lebensdauer der mechatronischen Einheit.



Mit der Integration aller notwendigen Funktionsteile in einer kompakten Motoreinheit entsteht ein Aktor der sich in Leistung und Abmessungen den klassischen Pneumatik bzw. Hydraulikzylindern stark angenähert hat und dadurch die Nachrüstung vieler Maschinen erleichtert. Die langjährige Erfahrung im Bau von Aktoren ist in das neue Design der Baureihe GSM eingeflossen.

Beschreibung der Linearstellzylinder Baureihe GSM

Herz des Hochleistungstellzylinders ist der patentierte invertierte Planetenrollengewindetrieb mit seinen unerreichten Leistungsmerkmalen:

- die überdimensionierte Lagerung zur Aufnahme von Axialkräften und Stoßbelastungen
- der 8-polige Servomotor mit optimalem Wirkungsgrad
- die geführte und geschützte Kolbenstange
- die hohe Schutzart der Konstruktion
- der integrierte Anschlag / die Freilaufeinrichtung
- die modulare Wellenverlängerung mit Endgehäuse zur Aufnahme der unterschiedlichsten Gebersysteme
- die sichere Konstruktion mit Zugankern für kontrollierte Elastizität
- die Flexibilität der Konstruktion mit vielfältigen Optionen zur mechanischen Anbindung

Optional ist dieser Linearstellzylinder mit Ölkühlung verfügbar (Ein- und Auslassöffnung zum Anschluss des Ölkreislauf). Die Dauervorschubkraft lässt sich damit verdoppeln; die Lebensdauer wird maximiert.

Krafterzeugung

Im diesem Bereich ist hauptsächlich die 3 bis 5-fache Überlastbarkeit des Servoantriebs zu nennen, die es ermöglicht kurzfristig extrem hohe Spitzenkräfte bis zur dynamischen Tragzahl der Spindel, bzw. der Auslegungsgrenze der Aktuatormechanik selbst zu erzeugen, ohne einen größeren Linearaktor einsetzen zu müssen. Die Formel

$$F = P \times A \text{ (Kraft = Druck x Fläche) (1)}$$

zeigt sehr deutlich, dass z.B. für eine 4-fache Krafterhöhung bei den konventionellen Systemen ein entsprechender Flächenzuwachs (= Durchmesser x 2) oder eine Erhöhung des Drucks um Faktor 4 (Schläuche, Aggregate, Mechanik müssen hierfür dimensioniert sein) notwendig ist.

Ein Druckluft- oder Hydrauliksystem für die Spitzenkraft ausgelegt sein, ein Linearaktor hingegen nur für die Effektivkraft einer Applikation.

Auch der quasi ohne Verzögerung erreichbare Kraftanstieg bis zur notwendigen Prozesskraft, im Vergleich zu dem „(1-e-x)-förmigen“ Kraftanstieg von Druckluftzylindern bietet erhebliche Zeiteinsparungspotentiale.

Energieversorgung

Hinsichtlich der Energieversorgung ist es nun leichter möglich, Maschinen komplett elektrifiziert zu automatisieren. Teure und aufwendige Zusatzaggregate zur Erzeugung von Hilfsmedien können entfallen. Vorhandene Produktionsflächen können besser ausgenutzt und Maschinen kompakter gebaut werden.

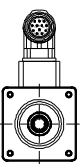
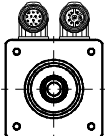
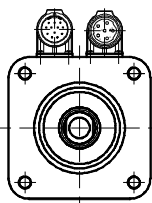


Daten und Leistungsmerkmale der Baureihe GSM

Gemeinsames Merkmal der mittlerweile drei Baugrößen ist der kompakte und Platz sparende Aufbau durch die Integration aller wichtigen Basiselemente wie Stütz- und Axiallagerlager, Rückführsystem für Position, Geschwindigkeit und Kommutierung, der Spindeleinheit und nicht zuletzt dem Servoantrieb selbst, in einem IP 54 oder IP65 - Gehäuse.

Der Kunde bekommt somit eine integrale mechatronische Einheit geboten, die ein in sich abgegrenztes Antriebssystem mit genau definierten Schnittstellen und Anwendungsparametern darstellt. Der Anwender kann sich auf die Maschinenkonstruktion konzentrieren und muss nicht zusätzlich antriebstechnische Detailprobleme lösen.

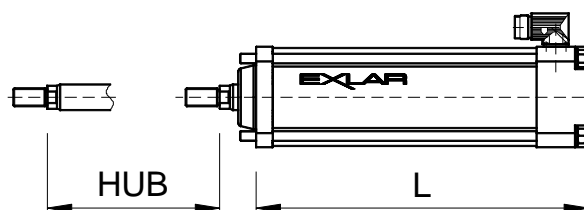
Leistungsdaten:

Flanschmaß	Modell	Steigung	v_{LIN}	F_{Dauer} Einfachstator	F_{Dauer} Doppelstator	C_{dyn}
mm	-	mm/U	mm/s	N	N	N
 57 mm	GSM20-xx01	2,54	211	1.632	2.571	6.970
	GSM20-xx02	5,08	423	814	1.286	5.422
	GSM20-xx04	10,16	846	409	645	3.283
 84 mm	GSM30-xx01	2,54	127	3.688	5.992	14.724
	GSM30-xx02	5,08	254	1.846	2.998	15.880
	GSM30-xx05	12,7	635	738	1.197	13.416
 99 mm	GSM40-xx01	2,54	127	10.645	17.642	21.067
	GSM40-xx02	5,08	254	5.320	8.821	21.751
	GSM40-xx05	12,7	635	2.131	3.527	18.763
	GSM40-xx08	19,05	953	1.419	2.353	14.804

Aktuator Spitzenkraft $F_{max} = 2,0 \times F_N$

Modell	HUB	Gewicht	Länge
-	mm	kg	mm
GSM 20	76	2,5	209
	152	4,3	285
	305	8,0	438
GSM 30	76	-	221
	152	5,2	283
	254	8,6	398
	305	14,5	449
GSM 40	152	5,2	328
	305	8,6	480

Andere Hübe auf Anfrage ab 10 Stück





Kommunikation/Überwachung

Durch die immer „tiefer“ reichende Vernetzung der einzelnen Maschinenkomponenten mittels moderner Feldbustechniken werden intelligente Antriebseinheiten zwingende Notwendigkeit. Servoverstärker, wie Sie zur Steuerung der Linearstellzylinder benötigt werden, sind im Normalfall mit mindestens einem gängigen Feldbussystem (CAN, Profibus, Interbus, Sercos, Ethernet) ausgestattet.

Dies ermöglicht eine Kontrolle hinunter bis zur Ebene des Aktuators hinsichtlich Motortemperatur, Stromaufnahme, Positionierung, Geschwindigkeitsverlauf, etc. und eröffnet somit alle Möglichkeiten zur beispielsweise präventiven Diagnose, Planung von Wartungsintervallen oder kurzfristiger Taktzahlsenkung gegen ungewollten Maschinenstillstand.

Vergleich Linearstellzylinder mit Druckluft- und Hydraulikzylindern

Der Vergleich der hier genannten Systeme geht von ungefähr gleicher Baugröße (Volumen) der eingesetzten Zylinder aus.

Vergleich und Bewertung : (+++ optimal / ++ sehr gut / + gut / O ausreichend)

	Linearstellzylinder	Druckluftzylinder	Hydraulikzylinder
Spitzenvorschubkraft	+	+	+++
Dauervorschubkraft	+	+	+++
Energieversorgung	+++	O	O
Kraftaufbau	+++	O	+(++) ¹
Positionierbarkeit	+++	+	+
Überwachung	+++	+	+

Die Zukunftsaussichten für innovative Antriebslösungen sind sehr positiv. Im globalen Wettbewerb müssen sich Maschinenbauer zunehmend durch besondere Spezialmaschinen abheben, und sie alle konzentrieren sich mehr und mehr auf ihre Kernkompetenz.

Damit wächst der Bedarf an innovativen OEM Partnern, die schnell innovative Antriebslösungen liefern, eben Partner wie A-Drive Technology.

(¹ bei „vorgespannten“ Systemen)

Änderungen und Druckfehler vorbehalten
FA_Linearstellzylinder_V118