

Auswahl & Auslegung

Stellzylinder Baureihe SR und GSX mit invertiertem Rollengewindetrieb



***Einfacher als gedacht und
optimaler Ersatz für Hydraulik-
und Pneumatik Zylinder!!!***

1. Bestimmung des Geschwindigkeit-Zeit-Zyklus

Ist die Entscheidung für einen elektrischen Linearstellzylinder gefallen, ist der nächste Schritt die Bestimmung des Verfahrenzyklus. Der wesentliche Unterschied zwischen dem elektrischen System und den meisten hydraulischen oder pneumatischen Systemen: es handelt sich hier um eine komplett geregelte Bewegung. Dies ist entscheidend für die Bestimmung der Zykluszeiten im Prozess.

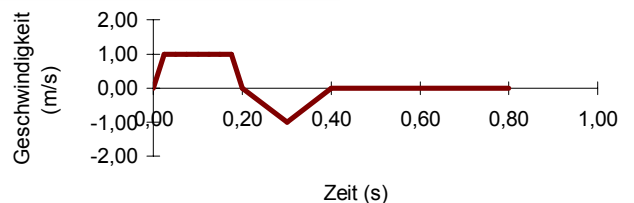
Die eigentliche Zeitersparnis liegt in der möglichen Überlagerung von Bewegungen und nicht in der absoluten Geschwindigkeit !

Zum Beispiel beim Einpressen eines Bauteiles kann der Vorschub bereits einsetzen wenn das Einpresswerkzeug gerade aus dem Störkantenbereich gezogen wurde.

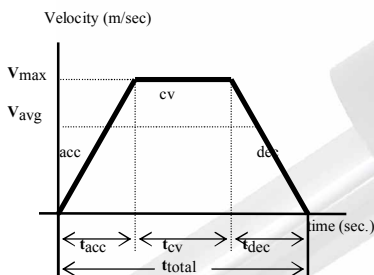
Auch können die erforderlichen **Verfahrwege** meistens reduziert werden, da während des Prozesses nur noch die erforderliche Mindesthubbewegung ausgeführt werden muss, bei der keine Kollision auftreten kann. Dieser Arbeitshub ist auch der für die Auslegung des Stellzylinders entscheidende. Mit diesen Überlagerungen lässt sich nun das erforderliche Bewegungsprofil und die Zykluszeit bestimmen. Es handelt sich hier um eine reine Linearbewegung, was die Berechnung der Kinematik sehr vereinfacht.

Die Grundgrößen des Bewegungszyklus sind:

- Maximaler erforderlicher Hub **s max**
- Erforderlicher Nutz oder Arbeitshub **s**
- Zulässige Beschleunigung **a max**
- Zykluszeit (t1) Gesamtzeit **t ges**



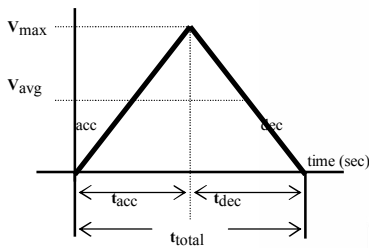
Es gibt zwei typische Verfahrprofile: Trapez oder Dreieck. Bei dem dreieckförmigen Verfahrprofil ist die Beschleunigung am geringsten. Voraussetzung ist, dass die Durchschnittsgeschwindigkeit kleiner ist als die halbe Spitzengeschwindigkeit. Das trapezförmige Verfahrprofil hat im Vergleich eine um 25% geringere Spitzengeschwindigkeit, aber eine um 12,5% höhere Beschleunigung. Grundsätzlich ist das Trapezprofil zu bevorzugen, da es regelungstechnisch stabiler ist und die geringere Spitzengeschwindigkeit die Lebensdauer erhöht.



Kinematische Gleichungen Trapezprofil

Vereinfacht mit der Annahme, dass: $t_{acc} = t_{cv} = t_{dec}$
ergibt sich: $v_{max} = 1,5 v_{eff}$

Velocity (m/sec)



Kinematik Dreiecksprofil

Vereinfacht mit der Annahme, dass: $t_{acc} = t_{dec} = t_{ges}/2$
ergibt sich: $V_{max} = 2x v_{avg}$

In der nachfolgenden Tabelle sind die maximalen linearen Beschleunigungswerte für die verschiedenen Exlar Stellzylinderbaureihen und Baugrößen zusammengefasst.

Stellzylinder	Größe 20	Größe 30	Größe 40	Größe 50	Größe 60
Baureihe SR	2,0 g	1,8 g	1,2 g	-	-
Baureihe GSX	2,0 g	2,0 g	1,4 g	1,4g	1,4

Diese Werte dürfen nicht überschritten werden!
Zykluszeiten und Profilform sollten dann angepasst werden.

Stehen Bewegungszyklus und Einschaltzeiten fest, lassen sich hieraus die erforderlichen Kräfte, Beschleunigungen und Geschwindigkeiten bestimmen. Mit einem Auslegungsprogramm lassen sich die einzelnen Parameter bestens optimieren. Hier unterstützen wir alle Anwender gerne bei der Berechnung.

Für Trapezoidales und Dreieckiges Geschwindigkeitsprofil

Firma: **FH Regensburg** Projekt: **von Dr. Bock**

Achse: **max. v & a bei 600 mm**

DATEN

Gewicht Läufer [kg]:

Arbeitslast [kg]:

Reibwert [μ]:

Min-Reibkraft [N]:

Beschleunigungszeit [s]:

Neigungswinkel [°]:

WEG	Weg pro Einzelhub [mm]:									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	600,00	0,00	-600,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZEIT	Beschleunigungszeit [s]:									
	0,1220	0,0000	0,1220	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Zeitdauer (konst.-Geschwind.) [s]:									
	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zykluszeitdauer [s]:									
	0,244	0,000	0,244	1,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Gesamt Zykluszeitdauer [s]:									
	0,24		0,49	1,99						
GESCHWIND.	Durchs.-Geschw. [ms-1]:									
	2,459	0,000	-2,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Spitzengeschwindigkeit [ms ²]:									
	4,918	0,000	-4,918	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Beschleunigung [ms ²]:									
	40,312	0,000	-40,312	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
KRÄFTE	Reibungskraft Freib - [N]:									
	11,53	0,00	11,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	zusätzl.-Arbeitskraft - Fa [N]:									
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Spitzenkraft - Fs [N]:									
	326,0	0,0	326,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Spitzenkraft Fs [N]: <input type="text" value="326"/>		Einschaltdauer [%]: <input type="text" value="25"/>		Datum: <input type="text" value="29.04.2003"/>					
	Effektivkraft Feff [N]: <input type="text" value="161"/>		Motortyp: <input type="text" value="TL 6-N"/>		Bearbeitet: <input type="text" value="J. Spyriz"/>					

Ziegelhüttenweg 4, 65232 Taunusstein
Tel. 06128 / 97550, Fax 06128 / 97555
info@a-drivetech.com, www.a-drivetech.com

2. Bestimmung des Kraft-Zeit-Zyklus

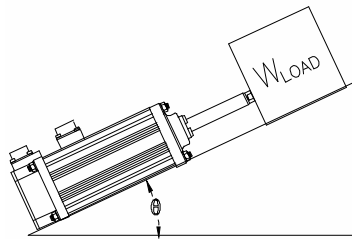
Ein weiterer entscheidender Unterschied liegt in der Kraftqualität von elektrischen Linearstellzylindern. Bei Hydraulik- und Pneumatiksystemen wird mit konstantem Druck gearbeitet und die theoretische Kraft errechnet sich aus Druck x Fläche. Diese berechnete Kraft liegt aber meistens um ein vielfaches höher als die tatsächlich erreichten Werte. Deshalb ist es sinnvoll, wenn irgend möglich, eine Kraft / Weg Kurve aufzunehmen, um eine Überdimensionierung zu vermeiden.

Bei den elektrischen Stellzylindern von Exlar handelt es sich um einen Servoantrieb mit seinen typischen Eigenschaften als Positionierantrieb. Das Nennmoment und der daraus resultierenden Nennkraft, die permanent zur Verfügung steht, und dem Spitzenmoment, das in einer bis maximal 2,5-fachen Spitzenkraft resultiert. Diese Spitzenkraft steht für kurze Zeit (max. 5 sec) zur Verfügung.

Eine weitere Besonderheit ist, dass bei diesem geregelten System immer nur soviel Kraft (Energie) verbraucht wie tatsächlich benötigt wird. Bei größeren Systemen lassen sich hierdurch die Betriebskosten im Vergleich zu Hydraulik und Pneumatik sowie gesteuerten Systemen senken.

Bestimmung der erforderlichen Kräfte :

Die für eine spezifische Bewegung erforderliche Kraft entspricht der Summe der Einzelkräfte: Beschleunigungskraft, Reibkraft, Arbeitskraft und zusätzlich der Gewichtskraft bei nicht horizontalen Anwendungen. Diese Kräfte müssen für die verschiedenen Bewegungsabläufe über die Zeit ermittelt werden.



$$\text{Schubkraft} = F_{\text{Reibung}} + [F_{\text{Beschleunigung}}] + F_{\text{Gewicht}} + F_{\text{Arbeit}}$$

$$\text{Schubkraft} = W_L \mu \cos\theta + [(W_L / 9,8) (v / t_{\text{Beschl.}})] + W_L \sin\theta + F_{\text{Arbeit}}$$

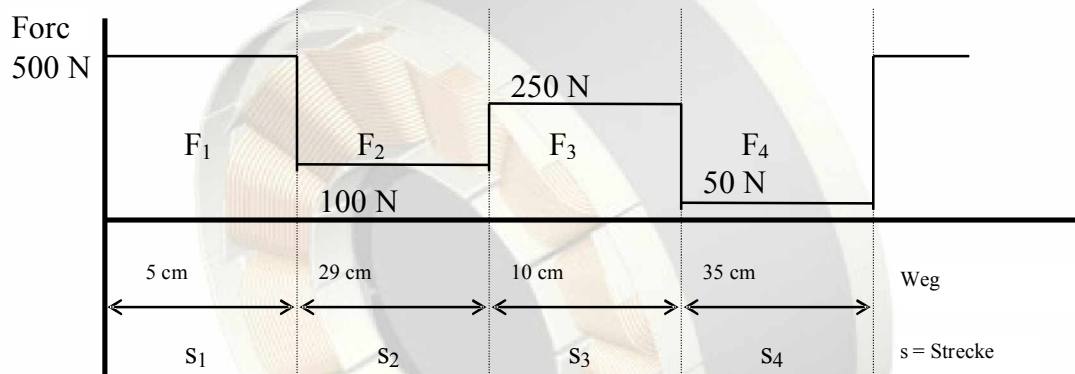
Gleichungen zur Bestimmung der Kräfte

F_{gesamt}	= Gesamte Linear Kraft (N)	θ	= Neigungswinkel(Grad)	= _____
F_{Reibung}	= Reibungskraft (N)	t_{Beschl}	= Beschleunigungszeit (sec)	= _____
$F_{\text{Beschl.}}$	= Beschleunigungskraft (N)	v	= Geschwindigk.wechsel (m/s)	= _____
F_{Gewicht}	= Gewichtskraft (N)	μ	= Wirkungsgrad Gleitreibung	= _____
F_{Arbeit}	= Arbeitskraft (N)	W_L	= Gewicht Ladung (kg)	= _____
9,8	= Erdbeschleunigung(9,8 m / sec ²)			

$$F_{\text{gesamt}} = F_{\text{Reibung}} + F_{\text{Beschleunigung}} + F_{\text{Gewicht}} + F_{\text{Arbeit}}$$

$$\text{Schubkraft} = [W_L \times \mu \times \cos\theta] + [(W_L / 9,8) \times (v / t_{\text{Beschl.}})] + W_L \sin\theta + F_{\text{Arbeit}}$$

Die Kraft muss für jeden Einzelabschnitt des Verfahrzyklusses bestimmt werden und in die nachfolgende Gleichung eingesetzt werden. Damit lassen sich dann die Effektivwerte bestimmen.



Berechnung der Effektiv Kraft

$$F_{\text{eff}} = \sqrt[3]{\frac{F_1^3 s_1 + F_2^3 s_2 + F_3^3 s_3 + F_4^3 s_4}{s_1 + s_2 + s_3 + s_4}}$$

$F_1 =$ _____	$s_1 =$ _____	$F_1^3 t_1 =$ _____
$F_2 =$ _____	$s_2 =$ _____	$F_2^3 t_2 =$ _____
$F_3 =$ _____	$s_3 =$ _____	$F_3^3 t_3 =$ _____
$F_4 =$ _____	$s_4 =$ _____	$F_4^3 t_4 =$ _____

Mit den nun ermittelten Eckwerten

- erforderlicher Hub s (mm)
- Spitzenkraft F_{max} (N)
- Dauerkraft F_{eff} (N)
- Spitzengeschwindigkeit v_{max} (mm/s)

lässt sich aus der Produktübersicht mit Datenmatrix der geeignete Stellzylindertyp auswählen. D.h. Baureihe – Spindelsteigung – Motorgröße. Für den gewählten Stellzylindertyp kann die dynamische und statische Tragzahl den Datenblättern entnommen werden.

3. Lebensdauerberechnung

Zur Berechnung der Lebensdauer eines Spindeltriebes benötigen wir die mittlere effektive Last und die dynamische Tragzahl des Antriebes.

Die zu erwartende Lebensdauer des Antriebes definiert sich als die Lebensdauer, die 90% aller Rollengewindetriebe erreichen bevor sich Materialschäden auf der Spindel einstellen. Voraussetzung ist, dass die Spindel entsprechend den gültigen Vorschriften geschmiert und gewartet wird. Die zu erwartende Lebensdauer L_{10} errechnet sich dann aus der nachfolgenden Gleichung. Das Ergebnis für L_{10} ist in Millionen mm.

Standard Spindel nicht vorgespannt:

Vorgespannte Spindel spielfrei:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^3 \times S$$

$$L_{10} = \left(L_{10(1)}^{-10/9} + L_{10(2)}^{-10/9}\right)^{-9/10}$$

mit:

L_{10} = erwartete Strecke in Millionen mm

$L_{10(1)}$ = erwartete Strecke in Druckrichtung in Millionen mm
aus der Standard L10 Spindel Gleichung

$L_{10(2)}$ = erwartete Strecke in Zugrichtung
aus der Standard L10 Spindel Gleichung

C = dynamische Tragzahl (N)

F = berechnete Effektivkraft (N)

S = Steigung in mm/U

Der sich hieraus berechnete Weg L_{10} in Millionen mm wird nun durch den tatsächlichen Weg / Zyklus geteilt und damit ergibt sich die die theoretisch mögliche Anzahl von Hübem.

Beispiel 1: In einer Anwendung mit 120 mm Hub ergibt sich eine mittlere Kraft von $F_{eff} = 5700$ N. Der gewählte Stellzylinder ist **Typ SR41-0602** mit 5,08mm Steigung und dynamischer Tragzahl **$C_{dyn} = 21751$ N**. Damit errechnet sich:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^3 \times S = (21751 / 5700)^3 \times 5,08 = \mathbf{282 \text{ Millionen mm}}$$

Mit dem erforderlichen Doppelhub von 240 mm /Hub:

$$\text{Anzahl der Hübem } Z = L_{10} / s = 282\,000\,000 / 240 = 1,176 \text{ Millionen Doppelhübem}$$

Wenn die Anzahl der Hübem höher liegen muss, würde in diesem Fall die Baureihe GSX40 mit höherer mechanischer Belastbarkeit und Tragzahl ausgewählt werden

Beispiel 2: **Typ GSX40-0602** mit 5,08mm Steigung und dynamischer Tragzahl **$C_{dyn} = 31271$ N**.

$$L_{10} = \left(\frac{C}{F}\right)^3 \times S = (31271 / 5700)^3 \times 5,08 = \mathbf{838,8 \text{ Millionen mm}}$$

Mit dem erforderlichen Doppelhub von 240 mm /Hub:

$$\text{Anzahl der Hübem } Z = L_{10} / s = 838\,800\,000 / 240 = 3,495 \text{ Millionen Doppelhübem}$$

Bei der Auslegung des Stellzylinders handelt es sich um die Auslegung und Berechnung eines Servomotors sowie einer Gewindespindel. Das einzig Besondere bei den Baureihen SR und GSX sind die Massenträgheiten. Bedingt durch den invertierten Aufbau des Rollengewindetriebes ist die Massenträgheit der Spindel bereits im Motorträgheitsmoment mit berücksichtigt. Daher ist das Motorträgheitsmoment auch abhängig von der Hublänge. Bei der Eingabe der Berechnungswerte, entweder manuell oder in einem Programm, einfach die Trägheitswerte dem Stellzylinderkatalog entnehmen und einsetzen und für das Spindelträgheitsmoment den Wert 0 einsetzen. Der Rest ist genau wie bei einer normalen Motorauslegung. Werte für Reibung und Selbsthaltungsmoment sind den Katalogtabellen zu entnehmen.

Produktübersicht Linearstellzylinder

Baureihe SR

Kostenoptimierte Standard Baureihe für den OEM Markt in zwei Baugrößen SR31 und SR41. Verfahrwege von 150, 250 und 300 mm.

Zwei Spindelsteigungen für lineare Geschwindigkeiten von 250 mm/sek bis 635 mm/sek; Nennkräfte von 1000 N bis 10000 N. Vielfache Montagemöglichkeiten. Geschützter patentierter Planetenrollengewindetrieb mit geführter Kolbenstange.

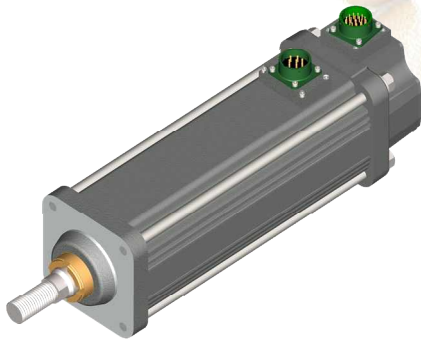


Baureihe GSX

Universelle Baureihe mit allen erdenklichen Optionen. Vier Baugrößen mit 57, 79, 99, 127 und 178 mm Querschnitt. Verfahrwege bis 457 mm möglich.

Verschiedene Spindelsteigungen für lineare Geschwindigkeiten bis 1 m/sek. Nennkräfte von 1,7 bis 36 kN. Vielfache Montagemöglichkeiten. Geschützter patentierter Rollengewindetrieb mit geführter Kolbenstange. Verschiedene Gebersysteme zur Auswahl.

Auch in explosionsgeschützter Ausführung.



Baureihe FT

Die Powerreihe. Motor parallel zur Spindel für universellen Einsatz. Geringere Steifigkeit als die anderen Baureihen. Verfahrwege bis 1200 mm, lineare Geschwindigkeiten bis 1m/sek. Nennkräfte von 1000 N bis 100 kN. Spitzenkräfte bis 178 kN möglich!



AC Servomotor mit KGT Baureihe SBV

Kostengünstige Servomotorenbaureihe mit integriertem Kugelgewindetrieb und spezieller Abstützung. In drei Baugrößen lieferbar. Weitere Baugrößen folgen. Mechanische Aufnahme von drei Seiten; Standard mit Resolverfeedback; Dauerkräfte von 1000 bis 10000 N; Hübe 60 bis 200 mm; Verschiedene Wicklungen für 48 / 330 und 560 V DC-Bus. Verschiedene mechanische und elektrische Optionen



Kleinaktuatoren

Eine komplette Baureihe von Kleinaktuatoren ab 15 mm Durchmesser mit Kräften ab 1 N finden Sie in unserer Rubrik Kleinantriebe bzw. Schrittmotoren.





A-drive Technology
Ziegelhüttenweg 4
65232 Taunusstein
Tel : +49 6128 9755-0
Fax: +49 6128 9755-55
info@a-drive.de
www.a-drive.de



VERTRETUNGEN EUROPA



Dänemark / Denmark:
 JVL Industri Elektronik A/S
 Blokken 42
 DK-3460 Birkerød
 Tel.: +45 4582 4440
 Fax: +45 4582 5550
jvl@jvl.dk
www.jvl.dk



Italien / Italy:
 Servotecnica s.r.l.
 Via E. Majorana 4
 I-20054 Nova Milanese
 Tel.: +39 0362-492.1
 Fax: +39 0362-44337
info@servotecnica.it
www.servotecnica.it



Schweiz / Switzerland:
 Servo-Drive
 18, chemin des Auix Geneve
 CH-1228 Plan-les-Ouates
 Tel.: +41 (4 16 10) 67 07
 Fax: +41 (4 16 10) 67 07
info@servo-drive.ch
www.servo-drive.ch



Holland / Netherlands
 Tecnotion BV / Headquarters
 Lelyweg 1
 P.O.Box 23, 7600 AA Almelo
 Tel.: +31 (546) 53 46 66
 Fax: +31 (546) 53 46 99
sales@tecnotation.com
www.tecnotation.com

VERTRETUNGEN AMERIKA und ASIEN



Vereinigte Staaten / United States:
 H2W Technologies, Inc
 28310-C Ave Crocker
 Valencia, CA 91355 USA
 Tel.: (888)-702-0540
 Fax: (661)-702-9348
info@h2wtech.com
www.h2wtech.com



Singapur / Singapore:
 Servo-Drive
 Block 161, Kallang Way
 #02-01/02 Kolam Ayer
 Industrial
 Estate Singapore 349247
 Tel: +65-67422667
 Fax: +65-67422116
albchin@singnet.com.sg