

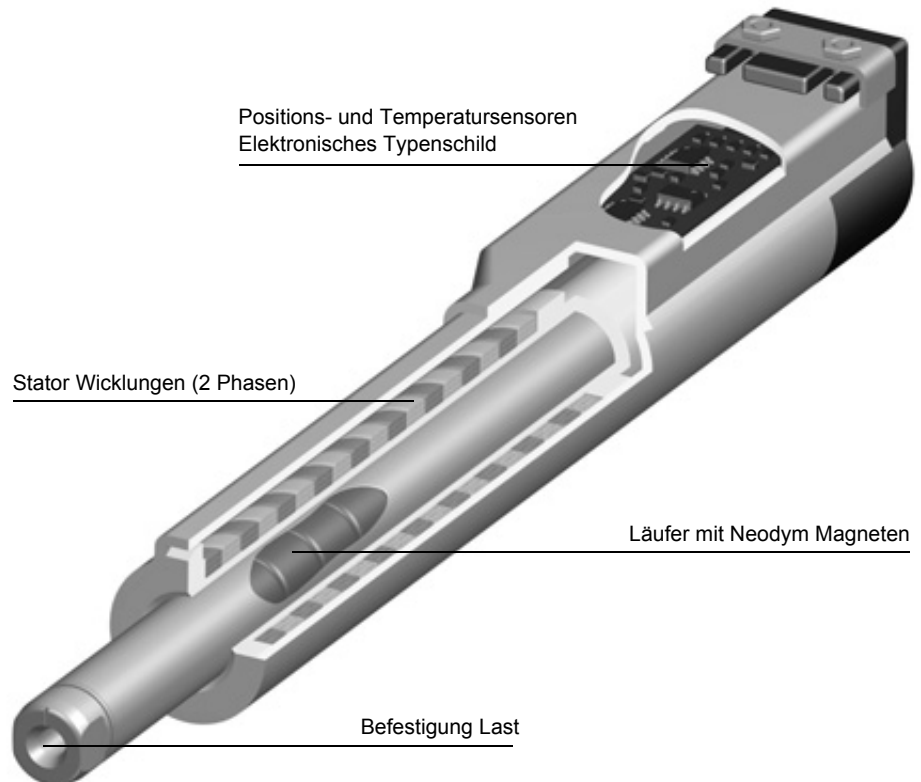
Linearmotoren

LinMot P01 ist eine Familie von linearen Direktantrieben für hoch dynamische Bewegungen.

Der Linearmotor besteht aus lediglich zwei Teilen: dem Stator und dem Läufer. Beide sind weder über Schleifkontakte, noch über Kabel miteinander verbunden. Die lineare Bewegung wird direkt mittels elektromagnetischer Kräfte und ohne verschleissanfällige mechanische Getriebe, Riemen oder Hebel erzeugt. Dadurch können extrem dynamische Bewegungsabläufe mit hoher Lebensdauer realisiert werden.

Die zylinderförmige Bauform sowie die integrierte Lagerung und Positionsmessung machen aus LinMot Linearmotoren ein kompaktes Konstruktionselement.

Typische Anwendungen reichen von schnellen Stell-, Hub- und Schiebbewegungen über synchrone Pick and Place Anwendungen bis hin zu kompletten Palettierrobotern in Gantry-Bauweise.



Funktionsweise

LinMot Linearmotoren sind permanent erregte Synchronmotoren mit integrierter Positionsmessung, Überlastschutz und elektronischem Typenschild. Gleich wie beim bürstenlosen rotativen Servomotor werden zur Krafterzeugung Permanentmagnete im Läufer (vgl. Rotor) und Wicklungen im Stator verwendet. Durch die Bauform und die unterschiedliche Anordnung der Magnete wird die lineare Bewegung direkt mittels elektromagnetischer Kraft ohne verschleissanfällige mechanische Elemente erzeugt.

Konstruktion

Im Stator sind die Wicklungen, die Positionssensoren, die Temperaturüberwachung und die Lager untergebracht. Er besteht aus einem massiven Metallzylinder, in den die Motorkomponenten eingegossen und somit optimal vor Beschädigung und Verschmutzung geschützt sind (IP67). Die Statoren sind in zwei Varianten mit direktem Kabelabgang oder drehbarem Win-

kelstecker erhältlich. Der Läufer besteht aus einem Edelstahlrohr, in welchem die Antriebsmagnete untergebracht sind. Im Betrieb wird der Läufer durch die im Stator integrierte Gleitlagerung geführt. Es besteht weder eine elektrische noch eine mechanische Verbindung zwischen Läufer und Stator.

Flexibilität

Frei positionierbar

ohne mechanisches Spiel im ganzen Hubbereich

Einstellbare Geschwindigkeit

in einem Stellbereich von 0.001...4m/s

Einstellbare Beschleunigung

für hochdynamische oder sanfte Bewegungen

Synchronisation & Bahnkurven

für komplizierte Bewegungen und Ersatz von Kurvenscheiben

Kraft einstellbar

für frei programmierbare Press- und Fügevorgänge

Dynamik

Hohe Dynamik

Beschleunigungswerte weit über 100m/s² und Verfahrensgeschwindigkeiten über 4m/s ermöglichen zyklische Bewegungsabläufe von mehreren Hertz.

Kontrollierte Dynamik

Für Handling-Anwendungen mit empfindlichen Produkten wie zum Beispiel das Transportieren von Wavern in der Halbleiterproduktion können sehr sanfte, ruckfreie Bewegungen mit angepassten Beschleunigungen realisiert werden.

Prozessstabilität

Prozessstabilität

Da nicht nur die Endpositionen sondern auch Geschwindigkeit und Beschleunigung geregelt und überwacht sind, werden die einmal programmierten Bewegungen über die gesamte Lebensdauer der Anlage immer gleich ausgeführt.



Integrierte Positionsmessung

LinMot Linearmotoren und LinMot Servo Controller bilden ein Closed Loop Antriebssystem. Die Positionserfassung im Motor erfolgt berührungslos mittels Magnetfeldsensoren. Diese liefern dem Servo Controller ein Sinus/Cosinus-Signal, sodass die aktuelle Position dem Controller jederzeit und ohne Verzögerung zur Verfügung steht. Im Unterschied zur inkrementellen

Positionsmessung können keine Schritte verloren gehen. Da die Positionserfassung ohne optische Sensoren rein magnetisch erfolgt und die Magnetsensoren im Stator vergossen sind, können LinMot Linearmotoren auch in feuchter oder schmutziger Umgebung betrieben werden.

Frei positionierbar

LinMot Linearmotoren können frei positioniert werden. Über absolute oder relative Verfahrbefehle kann jede beliebige Position im Hubbereich angefahren werden. Da es sich beim LinMot Linearantrieb um ein Closed Loop Servosystem handelt, werden nicht nur die Endpositionen, sondern auch Positionsabweichungen während der Bewegung überwacht. Dies ermöglicht unter anderem die präzise Vorgabe der Verfahrgeschwindigkeit, Beschleunigungs- und Bremsrampen sowie das Abfahren von Bahnkurven. Bei synchron laufenden Maschinen kann der LinMot Linearmotor auf die Leitwelle synchronisiert werden. Durch Umrüsten von mechanischen Kurvenscheiben auf LinMot Linearmotoren lassen sich so beispielsweise sehr flexible Maschinen mit Formatumstellung per Knopfdruck realisieren.

Schutz vor Überlast

Beim Linearmotor sind keine mechanischen Komponenten zur Kraftübertragung vorhanden, die bei einer Kollision oder Blockierung beschädigt werden könnten. Dadurch entfallen auch aufwendige und teure Konstruktionen um Getriebe, Zahnräder oder Wellen zu schützen. Ist der Linearmotor blockiert, verhält er sich wie ein Pneumatikzylinder und versucht mit maximaler Kraft die Sollposition zu erreichen. Durch die Schleppfehlerüberwachung im Controller kann eine Blockierung allerdings sofort erkannt werden. Im Stator integrierte Temperatursensoren verhindern in jedem Fall eine Überlastung des Antriebs.

Lebensdauer

Hohe Lebensdauer

Da die lineare Bewegung rein elektromagnetisch erzeugt wird und keine mechanische Kraftübertragung vorhanden ist, können selbst extrem dynamische Anwendungen mit hoher Lebensdauer realisiert werden.

Zuverlässigkeit

Robust auch in Ausnahmesituationen

Da die Krafterzeugung rein elektromagnetisch erfolgt, werden bei einer Kollision keine mechanischen Antriebskomponenten wie Getriebe, Riemen oder Spindeln beschädigt.

Hohe Verfügbarkeit

Da LinMot Linearmotoren prinzipbedingt keine Verschleissteile und eine hohe Lebensdauer aufweisen, ist eine hohe Verfügbarkeit auch in schnell laufenden Maschinen garantiert.

Umgebungsbedingungen

IP67

LinMot Linearmotoren werden unter Vakuum vergossen, sind Spritzwasserfest und weisen Schutzart IP67 auf.

Reinraumtauglich

Das Fraunhoferinstitut bestätigt die Reinraumtauglichkeit der Linearmotoren (Zertifizierung FM9805-3475 nach US Fed. Standard 209E).

Einsatz in verschmutzter Umgebung

Das magnetische Messsystem und die vergossene Bauweise erlauben den sicheren Betrieb auch in feuchter oder schmutziger Umgebung.

Ausführungsvarianten

Um für jede Anwendung eine passende Lösung zu bieten, sind die Motoren in verschiedenen Varianten und Ausführungen verfügbar:

Die Statorn sind mit einem drehbaren IP67 Winkelstecker oder mit Kabelabgang erhältlich. Dies ermöglicht den einfachen Einbau auch unter schwierigen Platzverhältnissen.

Da bei linearen Direktantrieben keine Getriebe eingesetzt werden, erlauben verschiedene Wicklungsoptionen eine optimale Anpassung von Kraft und Geschwindigkeit an die jeweilige Anwendung.

Baugrößen

LinMot Linearmotoren sind in verschiedenen Baugrößen mit unterschiedlichen Hub- und Kraftbereichen lieferbar. Durch die grosse Produktvielfalt kann für jede Anwendung der passende Linearmotor gefunden werden.

Das LinMot Produktsortiment umfasst sechs Baugrößen:

- P01-23Sx80 Spitzenkraft: 44N
Maximaler Hub: 770mm
- P01-23x80 Spitzenkraft: 44N
Maximaler Hub: 770mm
- P01-23x160 Spitzenkraft: 108N
Maximaler Hub: 770mm
- P01-37x120 Spitzenkraft: 250N
Maximaler Hub: 1'460mm
- P01-37x240 Spitzenkraft: 300N
Maximaler Hub: 1'460mm
- P01-48x240 Spitzenkraft: 580N
Maximaler Hub: 1'840mm



Motoren mit Steckergehäuse



Motoren mit Kabelabgang

Einfache Installation

Die Verbindung zwischen Motor und Servo Controller erfolgt mit einem einzigen Kabel. Da alle Motoren mit einem Stecker entweder direkt auf dem Motor oder am Ende des Motorkabels versehen sind, gestaltet sich die Installation denkbar einfach. Motorkabel sind in abgestuften Längen in unterschiedlichen Ausführungen ab Lager lie-

ferbar. Das Standardkabel eignet sich für den stationären Einsatz. Für Anwendungen mit bewegtem Kabel bzw. Stator sind High-Flex Motorkabel für den Einsatz in Schleppketten sowie spezielle Roboter-Kabel für Anwendungen mit Kabeltorsion erhältlich.

Motoren mit Steckergehäuse

Das Steckergehäuse ist in Schutzart IP67 ausgeführt. Der Winkelstecker ist um die eigene Achse drehbar, sodass das Motorkabel in beliebiger Richtung vom Motor weggeführt werden kann.



Vor allem in Anwendungen mit bewegtem Stator bringen Motoren mit Steckergehäuse Vorteile; ein schleppkettaugliches Motorkabel kann direkt am Motor eingesteckt und durch die Schleppkette geführt werden.

Motoren mit Kabelabgang

Motoren mit Kabelabgang eignen sich besonders bei schwierigen Einbauverhältnissen, wo kein Platz für den Steckeraufbau vorhanden ist.

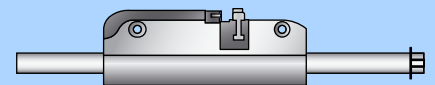
Da das Kabelende direkt im Motor eingegossen ist, können diese Motoren auch in



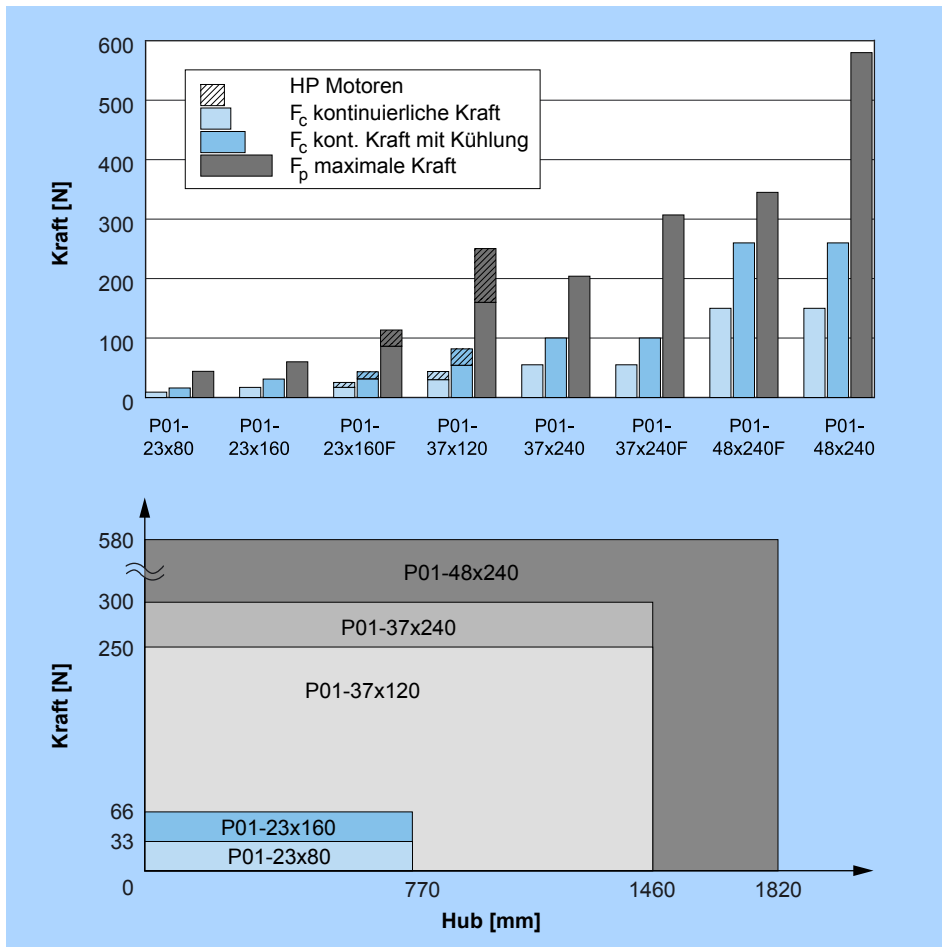
Anwendungen mit schwierigen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Bei den Motoren mit Kabelabgang muss das am Motor fixierte Kabel fest verlegt werden und darf nicht bewegt werden.

Kurzmotor P01-23Sx80

Unter der Bezeichnung P01-23Sx80 ist eine kürzere Bauform des kleinsten Linearmotors erhältlich. Anstelle des drehbaren IP67 Steckers hat der Kurzmotor einen ZIF-Line Stecker für ein flexibles Flachbandkabel.



Der Kurzmotor wurde für Anwendungen im Apparatebau oder in der Laborautomation entwickelt. Aufgrund des Steckertyps sowie des Flachbandkabels eignet sich dieser Motor nicht für den Einsatz in verschmutzter oder feuchter Umgebung.



Typenbezeichnungen

In der Typenbezeichnung der Linearmotoren sind die wichtigsten Motorkeindaten aufgeschlüsselt:

P01- 23 x 80 / 30 x 90 - R20

Stecker/Kabellänge

Max. Hubbereich

SS-Hubbereich

Aktive Statorlänge

Statordurchmesser

Linearmotoren P01

Elektronisches Typenschild

LinMot Linearmotoren besitzen ein elektronisches Typenschild im Stator, auf dem sämtliche motorspezifischen Daten sowie Produktions- und Artikelinformationen gespeichert sind. Das elektronische Typenschild garantiert eine einfache und fehlerfreie Konfiguration bei der

Inbetriebnahme. Anhand der gespeicherten Produktionsdaten kompensiert der Servo Controller auch kleinste Produktionstoleranzen, um die beste Genauigkeit und ein optimales Regelverhalten auch unter schwierigen Bedingungen zu garantieren.



CAD-Daten

2D und 3D-CAD Daten von den Linearmotoren und vom Zubehör stehen unter www.LinMot.com zur Verfügung.

Wicklungstypen

Bestimmte Statoren sind in zwei Varianten mit Standardwicklung oder einer speziellen Wicklung für hohe Endgeschwindigkeiten verfügbar. Diese bringen durch die höhere maximale Geschwindigkeit vor allem bei langhubigen Anwendungen Vorteile. Statoren mit der speziellen Wicklung sind durch ein F oder H in der Bezeichnung gekennzeichnet:

- PS01-23x80F
- PS01-23x160H
- PS01-37x120F
- PS01-37x240H

Die mechanischen Abmessungen sind identisch mit den Statoren mit Standardwicklung.

High Performance Motoren

Die neuen Linearmotoren der High Performance Motoren weisen im Vergleich zu den standard Motoren bei gleicher Baugröße und identischen Abmessungen eine wesentlich höhere Leistung auf.

Die Leistungssteigerung wurde durch Optimierungen an der Motorwicklung, im Magnetkreis und der Wärmeabfuhr erreicht. Zudem konnten in den letzten Jahren weitere Fortschritte bei den Magnetwerkstoffen erzielt werden.

Mit den High Performance Motoren kann der Anwender auf die annähernd doppelte Nennleistung zurückgreifen.

Motorkabel

Statoren mit Kabelabgang der Baugröße P01-23 werden mit einer Standardkabellänge von 20cm beim IP67-Stecker und 100cm beim D-Stecker ausgeliefert.

Statoren mit Kabelabgang der Baugröße P01-37 werden mit einer Standardkabellänge von 20cm beim IP67-Stecker und 150cm beim P-Stecker ausgeliefert.

Zwischen Linearmotor und Servo Controller dürfen Motorkabel mit bis zu 50m Länge eingesetzt werden.

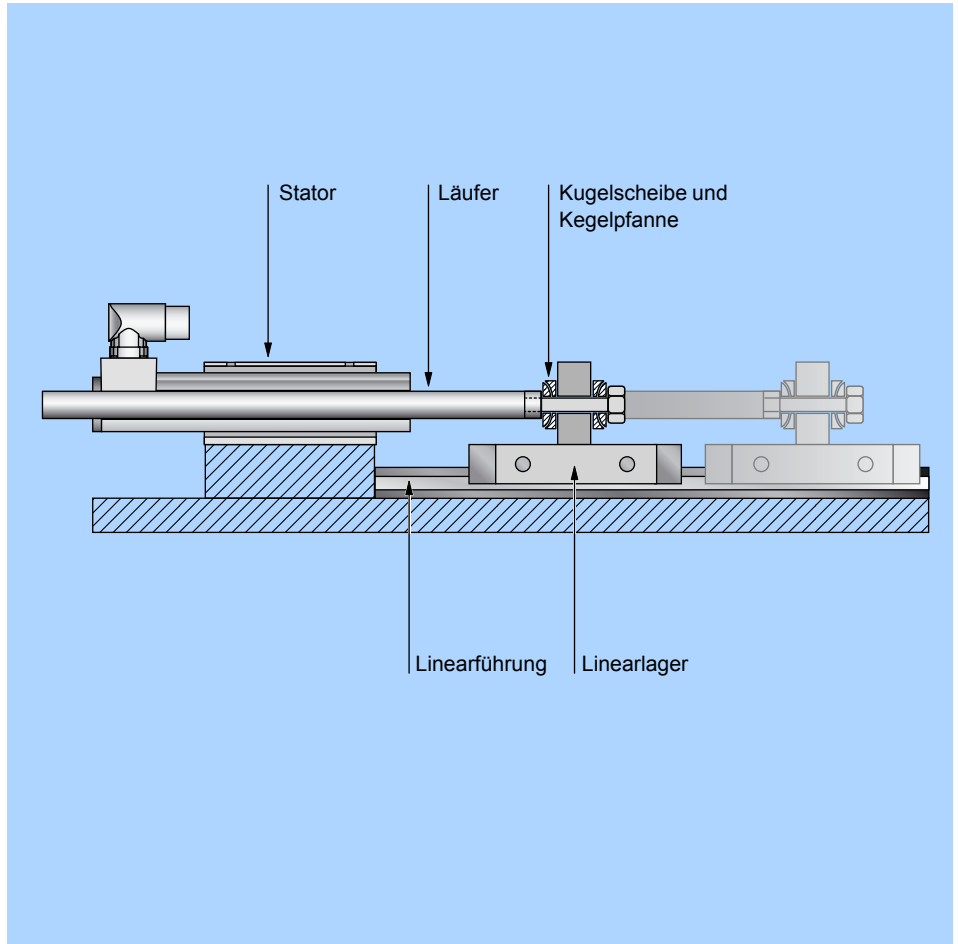
LinMot bietet ein umfangreiches Sortiment an Verlängerungskabel in verschiedenen Ausführungen an (siehe Seite 306).

Einbauart "Moving Slider"

Bei der Einbauart "Moving Slider" ist der Stator fest eingebaut und der Läufer ist das sich bewegende Teil.

Die mittels Linearführung gelagerte Last wird direkt am Läuferende befestigt. Um Fluchtungsfehler auszugleichen, werden zur Lastanbindung sphärische Axiallager bestehend aus Kugelscheiben und Kegelpfannen eingesetzt.

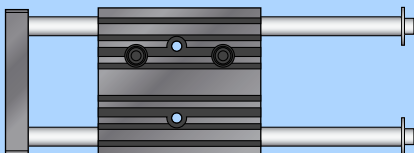
Die Einbauart "Moving Slider" bringt vor allem bei kurzhubigen und sehr dynamischen Bewegungen Vorteile, da die bewegte Masse klein ist und das Motorkabel nicht bewegt wird.



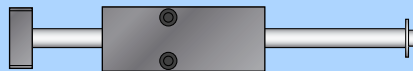
Linearführungen

Um Radialkräfte auf den Läufer und den Stator zu verhindern, muss die Last mittels Linearführungen gelagert werden.

Für kurze bis mittlere Hübe hat LinMot zu jeder Motorfamilie die passenden Linearführungen im Lieferprogramm.



LinMot Linearführungen sind mechanisch kompatibel zu den H-Führungen von Pneumatik Herstellern.

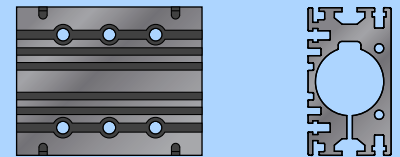


Die Linearführungen können optional mit einer mechanischen Haltebremse, einem Lüfter oder einem Lastausgleich bei vertikaler Einbaulage mittels MagSpring ausgerüstet werden.

(Seite 195)

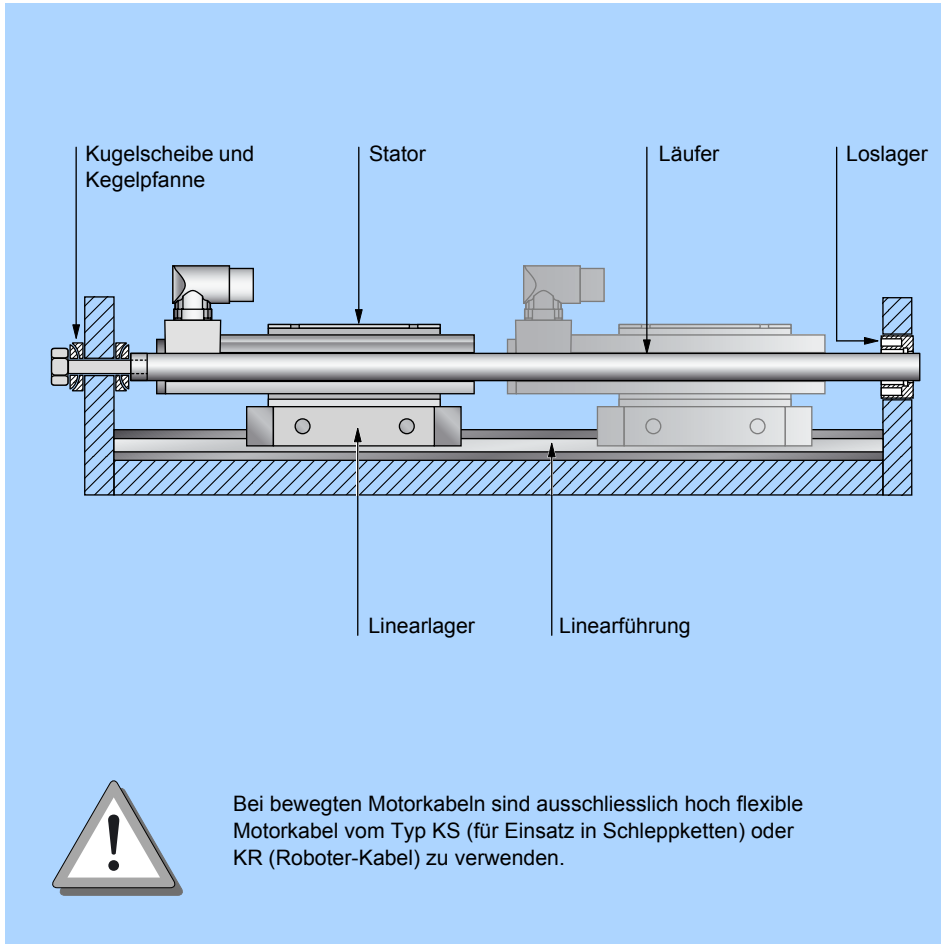
Flansche

Für die einfache Montage der Statoren sind verschiedene Motorflansche erhältlich.



Für die unterschiedlichen Motoren gibt es die Motorflansche in passenden Längen.

(Seite 316)



Einbauart "Moving Stator"

Bei der Einbauart "Bewegter Stator" ist der Läufer fest eingebaut und der Stator ist das sich bewegende Teil.

Die Last wird direkt am mittels Linearführung gelagerten Stator befestigt. Um eine überbestimmte Lagerung und Fluchtungsfehler auszugleichen, wird der Läufer auf der einen Seite in einem Festlager mittels sphärischem Axiallager befestigt. Auf der gegenüberliegenden Seite wird der Läufer in einem Loslager geführt.

Die Einbauart "Bewegter Stator" bringt vor allem bei langhubigen Bewegungen Vorteile betreffend Einbaulänge.

Da das Motorkabel bei dieser Einbauart immer bewegt wird, sollen ausschliesslich Statorn mit Steckergehäuse zusammen mit schleppkettentauglichem Motorkabel vom Typ KS eingesetzt werden.

Montagekits für Läufer

Für die Montage der Läufer sind spezielle Montagekits erhältlich.

Die Montagekits verhindern eine überbestimmte Lagerung und erleichtern die Ausrichtung bei der Montage (Seite 320).

Standard Motorkabel

Das Standard Motorkabel vom Typ K eignet sich für die feste Installation und darf in der Anwendung keiner Bewegung unterzogen werden.

Motorkabel sind durch Kabelkanäle vor mechanischer Beschädigung zu schützen.

Vorkonfektionierte Motorkabel können in beliebigen Längen bis 50m geliefert werden. Standardlängen sind ab Lager lieferbar (Seite 310).

Bewegte Motorkabel

Für Anwendungen mit bewegten Motorkabeln sind zwei unterschiedliche Kabeltypen lieferbar:

- Motorkabel Typ KS
Hochflexibles Kabel für den Einbau in Schleppketten (abrollen, jedoch keine Torsion)
- Motorkabel Typ KR
Für den Einsatz in Roboter-Anwendungen, bei denen das Kabel einer Torsion unterliegt.

Bewegte Motorkabel sind durch Schleppketten oder flexible Kabelschläuche vor mechanischer Beschädigung zu schützen.

LinMot Läufer

LinMot Läufer bestehen aus einem Edelstahlrohr, in dem die Antriebsmagnete untergebracht sind. Der Läufer wird in der Gleitführung des Stators geführt und kann je nach Anwendung sowohl der bewegte wie auch der fest montierte Teil des Antriebs sein.

Durch die runde Bauform kompensieren sich die magnetischen Anzugskräfte zwischen Läufer und Stator, sodass der Motor problemlos von Hand eingebaut werden kann. Dies ist ein grosser Vorteil gegenüber flachen Linearmotoren, bei denen zwischen Wicklungs- und Magneteil grosse Anziehungskräfte entstehen.

Neben den Standard Läufern führt LinMot verschiedenen Spezialausführungen im Sortiment.

Bezeichnung der Läufer:

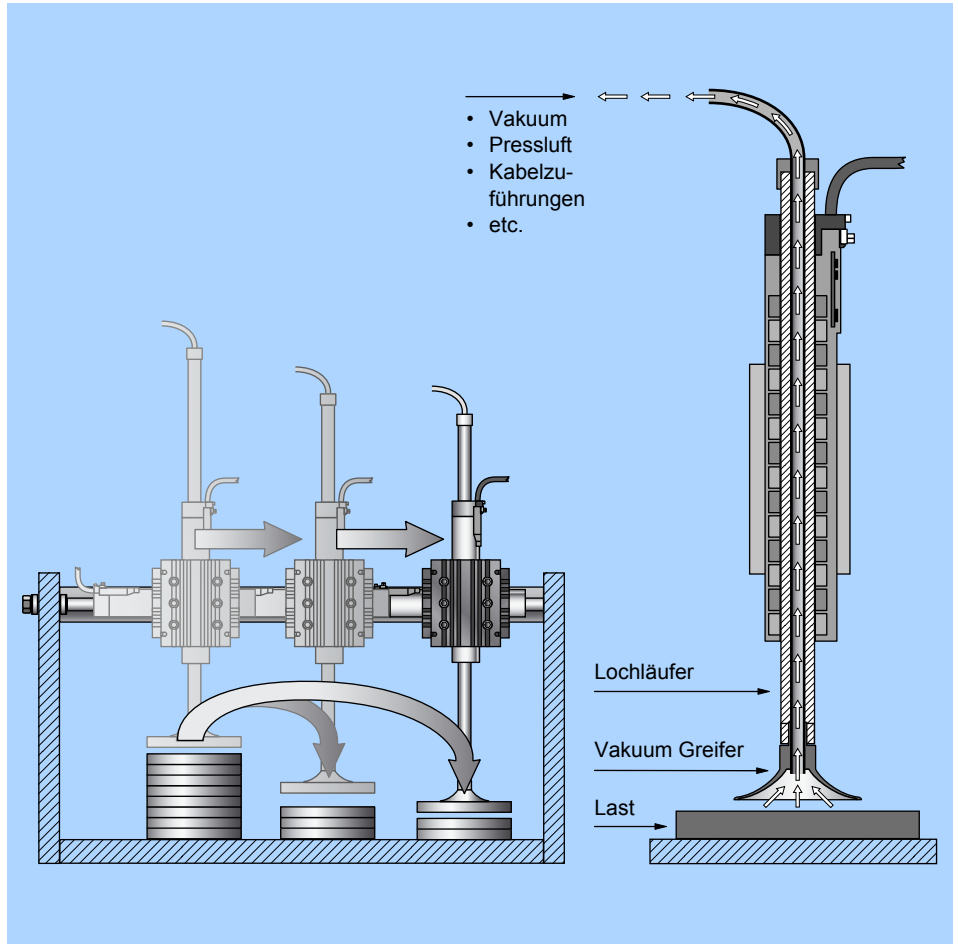
PL01- 20 x 800 / 720 - HP

Variante

Aktive Läuferlänge

Läuferlänge

Durchmesser

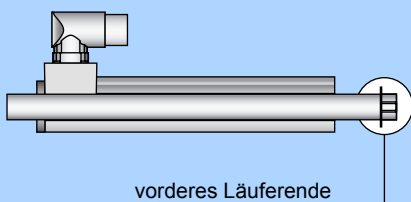


Lochläufer

Lochläufer weisen eine zentrische Durchgangsbohrung in Längsrichtung auf. Diese kann zur Durchführung von Pressluft, Vakuum oder anderen Medien sowie der Zuführung von Kabeln verwendet werden. Die Aussenabmessungen der Lochläufer entsprechen denjenigen der standard Läufer.

Einbaurichtung

LinMot Läufer sind nicht symmetrisch aufgebaut. Alle in den Datenblättern angegebenen Spezifikationen beziehen sich auf die Standard Einbaurichtung des Läufers:



Wird der Läufer umgekehrt eingebaut, verschieben sich die Hub- und Kraftbereiche (Seite 365)

Lochläufer

Das zentrische Durchgangsloch der Lochläufer weist folgenden Innendurchmesser auf:

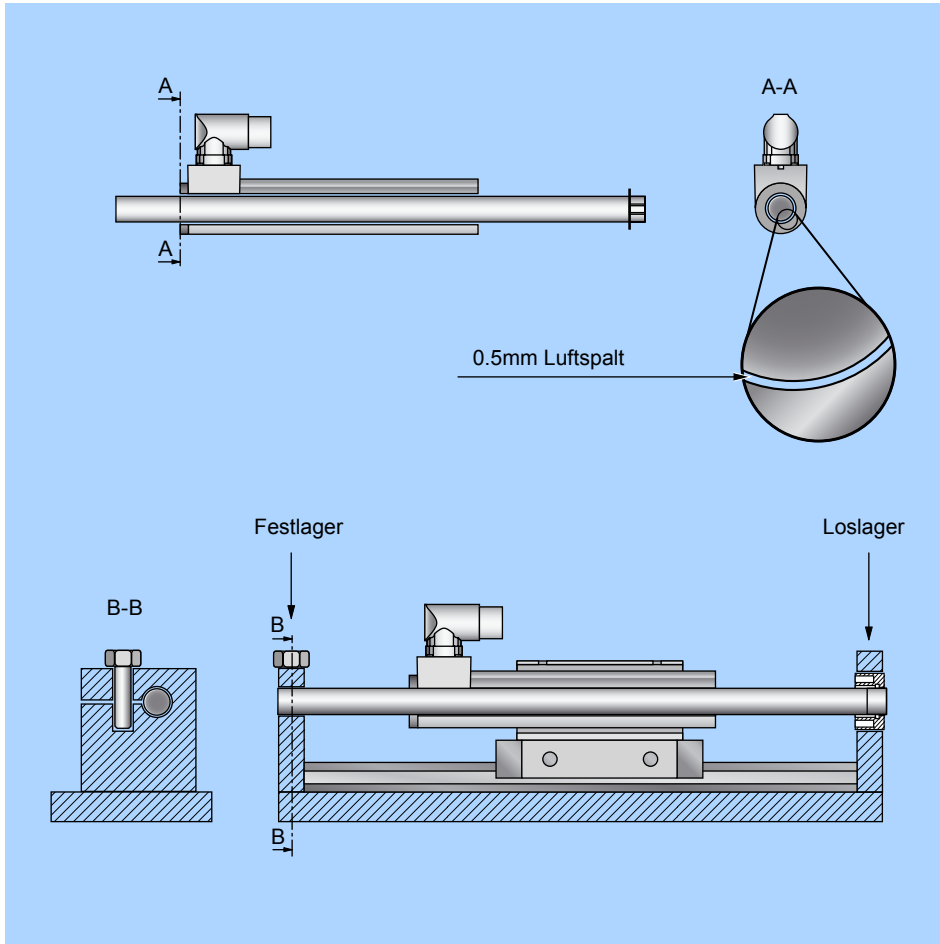
- 4.2mm bei Motoren der Serie P01-23
- 6.5mm bei Motoren der Serie P01-37
- 8.5mm bei Motoren der Serie P01-48

Lochläufer haben im Vergleich zu den Standard Läufern eine geringere Eigenmasse:

- -12% bei Motoren der Serie P01-23
- -12% bei Motoren der Serie P01-37
- -10% bei Motoren der Serie P01-48

Sowohl die Maximalkraft wie auch die Dauerkraft von Lochläufer-Motoren sind im Vergleich zu den standard Motoren leicht reduziert:

- -10% bei Motoren der Serie P01-23
- -10% bei Motoren der Serie P01-37
- -10% bei Motoren der Serie P01-48



Untermassige Läufer

Untermassige Läufer weisen einen um 1mm geringeren Aussendurchmesser als standard Läufer auf. Somit ist zwischen Läufer und Stator ein Luftspalt von 0.5mm vorhanden.

Der Luftspalt erleichtert die Montage und das Ausrichten des Motors und ermöglicht einen wartungsfreien Betrieb des Motors. Läufer mit reduziertem Durchmesser müssen an beiden Enden befestigt bzw. extern gelagert werden.

Untermassige Läufer können gleich wie die standard Läufer mit allen Stator-Typen betrieben werden. Mechanisch unterscheiden sie sich von den standard Läufern lediglich im Durchmesser. Bei den technischen Daten gibt es aufgrund des geringeren Durchmessers kleine Unterschiede zu den standard Läufern (siehe unten).

Heavy-Duty Läufer

Die Heavy-Duty Läufer PL02 weisen eine speziell harte, beschichtete Oberfläche mit einer Mikrohärtigkeit von 1000 HV 0.05 auf. Bauformen und mechanische Abmessungen sind identisch mit der PL01 Ausführung.

Die Vorteile der Heavy-Duty Ausführung:

- Widerstandsfähiger gegen Verschmutzung, insbesondere im Kontakt mit abrasiven Materialien.
- Höhere Lebensdauer bei kritischen Einsatzbedingungen.

Die Heavy-Duty Ausführung ist empfehlenswert bei:

- Erschwerter Wartung der Antriebe.
- Verschmutzung in der Umgebung
- Bewegungsfrequenz grösser 3Hz

Untermassige Läufer

Untermassige Läufer haben im Vergleich zu den Standard Läufern einen um 1mm geringeren Aussendurchmesser:

- 19mm bei Motoren der Serie P01-37
- 27mm bei Motoren der Serie P01-48

Untermassige Läufer haben im Vergleich zu den Standard Läufern eine geringere Eigenmasse:

- -10% bei Motoren der Serie P01-37
- - 7% bei Motoren der Serie P01-48

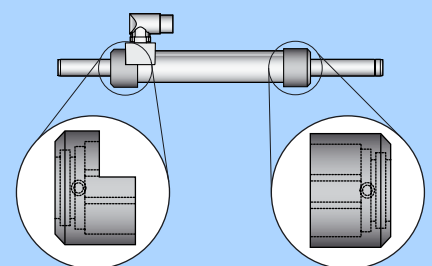
Sowohl die Maximalkraft wie auch die Dauerkraft von Motoren mit untermassigen Läufern weichen im Vergleich zu den Standard Läufern leicht ab:

- + 8% bei Motoren der Serie P01-37
- -13% bei Motoren der Serie P01-48

Untermassige Läufer für die Linearmotoren der Serie P01-37 weisen aufgrund stärkerer Magnete eine leicht höhere Kraft als die Standard Läufer auf.

Option Abstreifer

Abstreifer werden am vorderen und /oder hinteren Statorende befestigt und halten den Läufer frei von Verschmutzung.

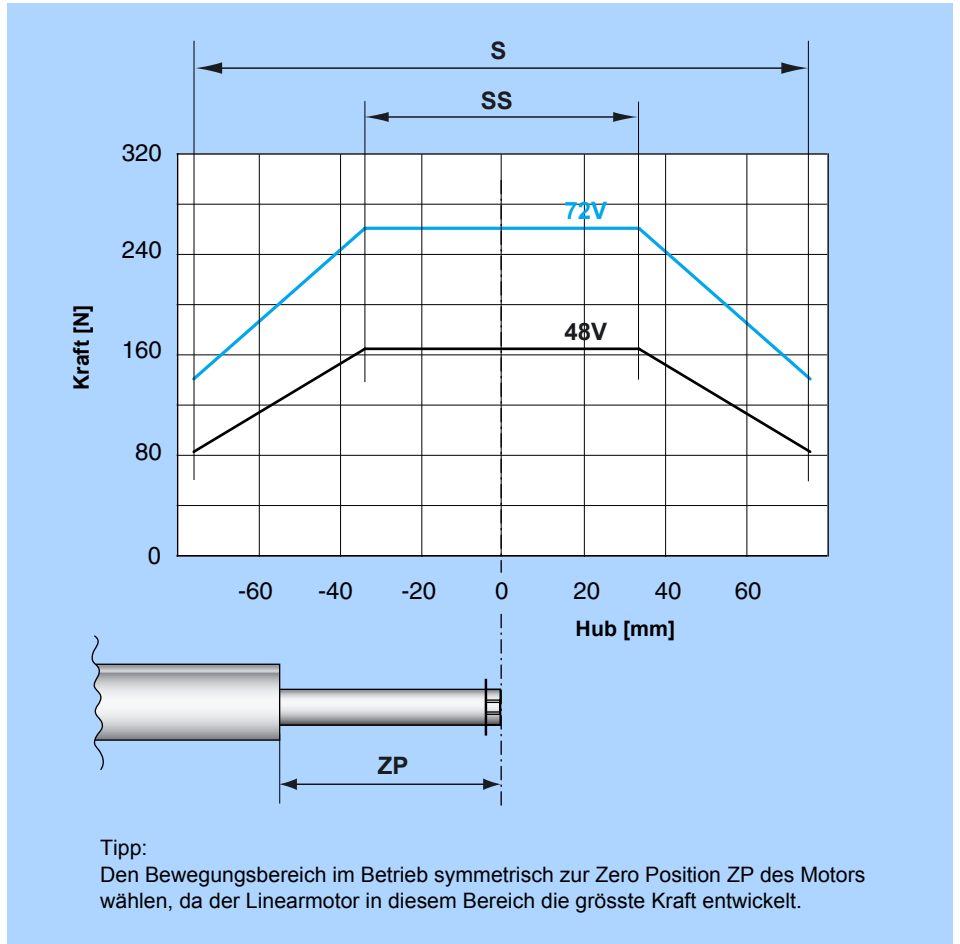


(Seite 322)

Hub-Kraft Kennlinie

Die maximale Kraft eines LinMot Linearmotors ist konstruktionsbedingt abhängig von der Position des Läufers im Stator. Der Verlauf der Maximalkraft ist symmetrisch zur Mitte des Hubbereichs, der sogenannten Zero Position ZP. Ist das vordere Läuferende um die Distanz ZP zum Statorende ausgefahren, ist der Läufer in der Mitte des Hubbereichs. Die Zero Position ZP geht aus dem Datenblatt des betreffenden Linearmotors hervor und ist bei jedem Motor unterschiedlich.

Im SS-Hubbereich (Shortened Stroke) weist der Motor eine konstante maximale Kraft auf, da sich Antriebsmagnete des Läufers im aktiven Bereich des Stators befinden. Dies ergibt optimale Kraft-erzeugung im ganzen SS-Hubbereich. Je weiter der Läufer aus dem SS-Hubbereich ausfährt, desto weniger Magnete befinden sich im aktiven Teil des Stators. Dies hat zur Folge, dass die maximale und die Effektivkraft an den Rändern des Hubbereichs S linear abnehmen. Zudem ist die maximale Kraft von der Versorgungsspannung und vom maximalen Strom des Servo Controllers abhängig. Im Hub-Kraft-Diagramm ist die Maximalkraft für die verschiedenen Servo Controller in Abhängigkeit der Läuferposition grafisch dargestellt.



Referenzfahrt

Nach dem Einschalten der Logikspeisung des Servo Controllers muss eine Positions-Initialisierung in Form einer Referenzfahrt zur Ermittlung der Nullposition durchgeführt werden. Die Initialisierung kann vom Anwender konfiguriert werden. Sie kann entweder auf einen mechanischen Anschlag oder einen Referenzschalter durchgeführt werden. Im Falle eines Not-Aus muss der Linearmotor nicht neu referenziert werden, da lediglich die Leistungsspeisung unterbrochen wird und die separate Logikspeisung immer anliegt.

Wird ein linearer Absolutwertgeber eingesetzt, muss keine Referenzfahrt durchgeführt werden.

Leistungsgrenzen und thermisches Verhalten

Die Leistungsgrenze eines Linearmotors ist im kurzzeitigen Betrieb alleine durch die Spitzenkraft und die maximale Geschwindigkeit des Läufers gegeben. Im Dauerbetrieb ist die kontinuierliche Kraft des Linearmotors für die Leistungsgrenze massgebend. Die kontinuierliche Kraft des Linearmotors hängt von der maximal

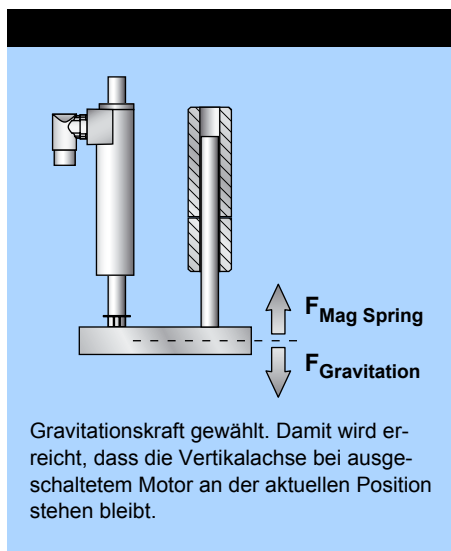
zulässigen Verlustleistung ab. Diese wiederum wird im Wesentlichen von der Umgebungstemperatur, der Kühlung und der Montage des Motors bestimmt. Mit einer forcierten Kühlung der Linearmotoren mittels Lüfter kann die kontinuierliche Kraft annähernd verdoppelt werden.

Option: MagSpring / Gewichtsausgleich

In Anwendungen mit vertikaler Einbaurichtung kann ein Gewichtsausgleich zur Entlastung des Linearmotors mittels magnetischer Feder MagSpring realisiert werden. MagSpring ist ein rein passives Konstruktionselement, das eine konstante Kraft über einen bestimmten Hub generiert (siehe Seite 333).

Ein Gewichtsausgleich kann auch mittels einer mechanischen Feder oder einem zum Linearmotor parallel eingebauten Pneumatikzylinder, der mit konstantem Druck beaufschlagt wird, realisiert werden.

Im Idealfall wird die Kraft des Gewichtsausgleichs gleich oder leicht grösser als die

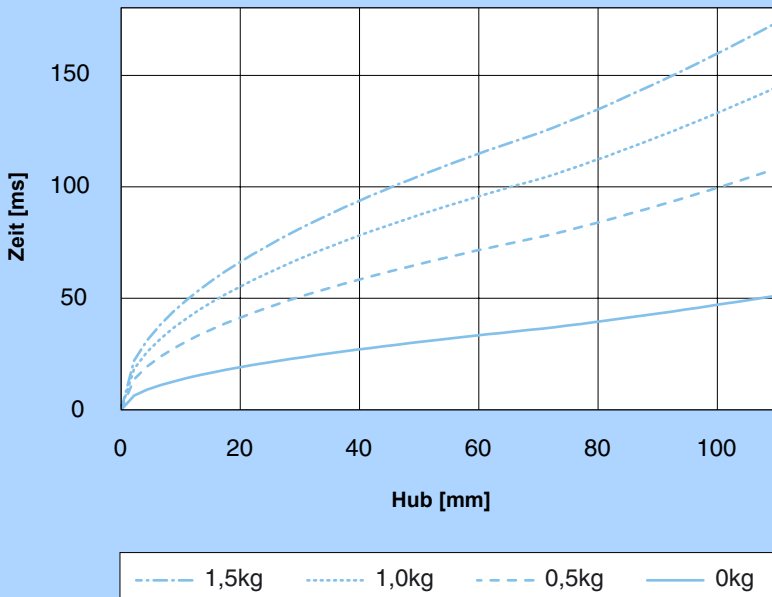


Option: Mechanische Bremse

Eine Bremse verhindert, dass der Motor bei vertikaler Einbaulage beim Ausschalten in den unteren Endanschlag fällt.

LinMot Linearfürungen vom Typ H01-37 und H01-48 bieten die Möglichkeit zum Einbau einer Bremse. Diese wird vom Servo Controller angesteuert und wird automatisch gelöst, wenn der Motor eingeschaltet wird. Beim Ausschalten oder beim Auftreten eines Fehlers wird die Bremse automatisch entlüftet, sodass der Motor an der aktuellen Position stehen bleibt.

Bei Anwendungen mit horizontaler Einbaulage sind Bremsen nur in Ausnahmefällen nötig.



Beispiel:

Soll ein Linearmotor eine Lastmasse von 0.5kg horizontal um 100mm verfahren, beträgt die Positionierzeit von der Vorgabe des Sollwertes bis zum Stillstand 100ms.

Hub-Zeit-Diagramme

Im Hub-Zeit-Diagramm können die minimal zu erreichenden Bewegungszeiten für eine horizontale Punkt zu Punkt Bewegung in Abhängigkeit von verschiedenen Lastmassen abgelesen werden. Die im Diagramm dargestellten Werte umfassen die Zeit vom Start der Bewegung bis zum Stillstand an der gewünschten Endposition unter Verwendung eines zeitoptimierten Kurvenprofils.

Hub-Zeit-Diagramme ermöglichen eine schnelle Abschätzung der minimalen Positionierzeit, ohne das thermische Verhalten des Motors im Dauerbetrieb zu betrachten. Für eine detaillierte Analyse steht das Auslegungsprogramm LinMot Designer zur Verfügung, mit dem die ganze Bewegungssequenz simuliert werden kann und innerhalb kürzester Zeit der passende Motor ermittelt wird.

Liegen die geforderten Bewegungszeiten oder -zyklen einer Anwendung über der mit dem Auslegungsprogramm errechneten Grenze, muss die effektive Leistungsgrenze mittels praktischer Versuche in Absprache mit dem Lieferanten ermittelt werden. Nur so können alle anwendungsspezifischen Einflussfaktoren (zusätzliche Reibung durch Lager, thermische Randbedingungen, etc.) berücksichtigt werden.

Auslesen der Wicklungstemperatur

In den Wicklungen der LinMot Statoren sind mehrere Temperatursensoren untergebracht. Über diese kann im Versuchsbetrieb die absolute Wicklungstemperatur ausgelesen und die aktuelle Auslastung des Motors ermittelt werden.

Zusätzlich kann die Wicklungstemperatur auch im Betrieb von der übergeordneten Steuerung ausgelesen werden. Dies erlaubt es, eine Diagnosefunktion zu realisieren, die bei laufender Maschine eine sich erhöhende Motortemperatur (wie sie beispielsweise bei zunehmender Reibung auftritt) erkennt und eine entsprechende Warnung ausgibt.

Forcierte Kühlung

Die kontinuierliche Kraft der Linearmotoren hängt im Wesentlichen von der Kühlung ab. Die in den Datenblättern angegebenen Werte für die kontinuierliche Kraft lassen sich durch forcierte Kühlung mittels Lüfter wesentlich erhöhen. Werden die mit LinMot Flanschen befestigten Motoren zusätzlich mit einem Lüfter gekühlt, können diese mit annähernd der doppelten

kontinuierlichen Kraft betrieben werden. Die gleiche Kühlwirkung wie mit einem Lüfter kann mittels Zufuhr von Sperrluft zwischen Läufer und Stator über eine spezielle Bohrung im Stator realisiert werden.

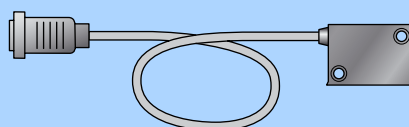
Option: Endlagen- und Referenzschalter

Da beim Linearmotor keine mechanischen Komponenten zur Kraftübertragung vorhanden sind und die Kraft limitiert ist, kann auf Endlagenschalter zum Schutz von Getriebe, Spindel, etc. verzichtet werden. Falls in einer speziellen Anwendung dennoch Endlagenschalter benötigt werden, können solche eingesetzt und im LinMot Controller ausgewertet werden.

In der Regel werden LinMot Linearmotoren beim Einschalten auf einen mechanischen Endanschlag referenziert. In Anwendungen, wo dies nicht möglich oder nicht erwünscht ist, kann auf einen Referenzschalter, eine Referenzmarke oder einen Endlagenschalter initialisiert werden.

Option: externe Positionssensorik

Für hochgenaue Anwendungen kann zur Steigerung von Auflösung und Positioniergenauigkeit zusätzlich zum internen Messsystem ein optionales externes Positionsmesssystem eingesetzt werden.



Da bei linearen Direktantrieben prinzipbedingt kein mechanisches Spiel vorhanden

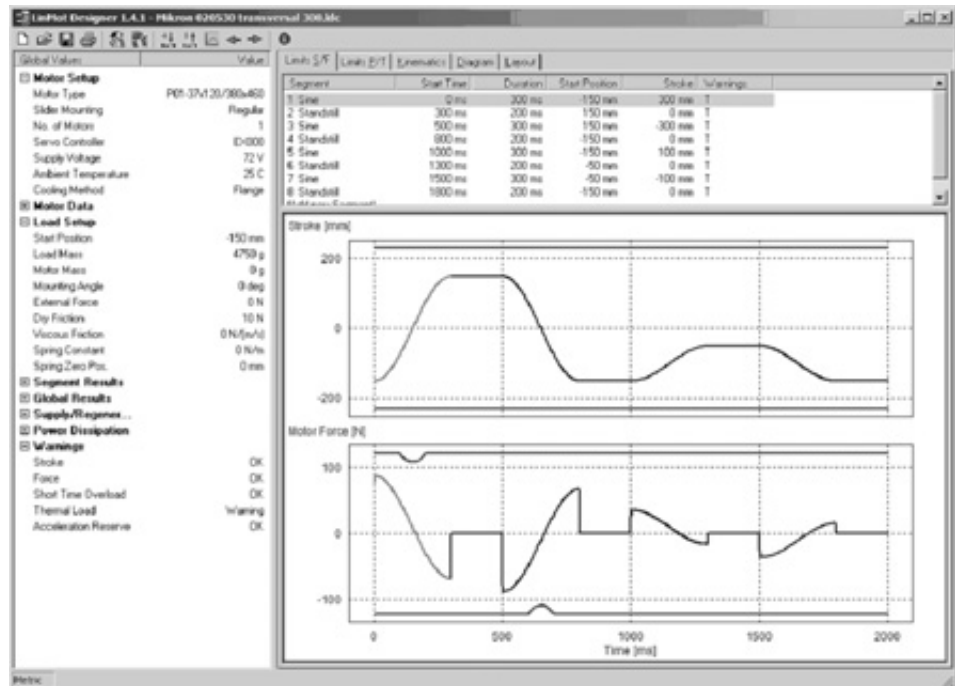
ist und die externe Positionssensorik genau dort angebaut werden kann, wo die Präzision effektiv gebraucht wird, lassen sich Positioniergenauigkeiten im Mikrometer- und Sub-Mikrometer-Bereich realisieren.

Die LinMot Servo Controller bieten die Möglichkeit, die Linearmotoren mit einem externen Messsystem zu betreiben. Dafür eignen sich sowohl optische wie auch magnetische Systeme mit Inkremental- (RS422) oder SinCos-Schnittstelle (1Vpp) von beliebigen Herstellern.

LinMot hat eine externe Positionssensorik in der Genauigkeitsklasse 10µm im Lieferprogramm (siehe Seite 324).

Auslegung von Linearmotoren

Der Einsatz eines linearen Antriebssystems beginnt mit der Auslegung der Linearmotoren. Um den Konstrukteur bei diesem Schritt zu unterstützen, stellt LinMot mit dem Auslegungsprogramm LinMot Designer ein einfach zu bedienendes Werkzeug zur Verfügung. Der LinMot Designer berechnet aufgrund der geforderten Bewegungsabläufe und Lasten in Kürze die für die Antriebsauswahl benötigten Parameter und stellt sie in Relation zum selektierten Linearmotor und Servo Controller.



Simulation der Bewegungssequenz

Das Auslegungsprogramm LinMot Designer berechnet die für die Auswahl des passenden Linearmotors erforderlichen Eckdaten wie Spitzenkraft, Nennkraft, maximale Geschwindigkeit.

Für die Antriebsauslegung werden in einem ersten Schritt die globalen Daten wie Einbaulage, Lastmasse, Reibung, etc. spezifiziert. Danach wird der ganze Bewegungszyklus in einzelne Bewegungssegmente unterteilt: Vorwärtsbewegung, Stillstandszeit, Rückwärtsbewegung, Stillstandszeit, usw.

Für die Definition der Bewegungen in den einzelnen Segmenten stehen verschiedene Bewegungsprofile wie sinusförmige Bewegungen, ruck- oder zeitoptimierte Bewegungsprofile, etc. zur Verfügung. In jedem Segment können zusätzliche, segmentspezifische Daten wie zum Beispiel eine höhere Reibung oder eine grössere Lastmasse während der Rückwärtsbewegung definiert werden.

Nach Eingabe der ganzen Bewegungssequenz wird der gewünschte Bewegungsablauf simuliert.

Aufgrund der eingegebenen Daten werden die kinematischen Eckdaten sowie die für den Motor relevanten Parameter berechnet. Dabei werden sowohl die kurzzeitig auftretenden Spitzenwerte wie auch die für den Dauerbetrieb relevanten Kennzahlen berechnet und mit denjenigen des selektierten Motors verglichen. Werden die Leistungsdaten des Motors aufgrund des geforderten Bewegungsprofils überschritten, wird automatisch eine Warnung ausgegeben, aufgrund welcher die Motorwahl oder Bewegungssequenz angepasst werden muss.

Antriebsspezifische Daten

Im LinMot Designer sind sämtliche Daten der LinMot Linearmotoren und Servo Controller in einer Datenbank hinterlegt.

Aufgrund des selektierten Linearmotors und Servo Controllers berechnet der LinMot Designer die antriebspezifischen Daten, wie Maximal- und Dauerkraft, maximale Geschwindigkeit, etc..

Die für die Simulation relevanten Motordaten wie Läufer- oder Statormasse werden automatisch übernommen.

Basierend auf den mechanischen Abmessungen wird eine Zeichnung mit der optimalen Einbaulage erstellt.

Kinematische Daten

Aufgrund der eingegebenen Bewegungssequenz werden die kinematischen Daten für jedes einzelne Segment sowie für die ganze Sequenz berechnet.

Die kinematischen Daten der Simulation werden zusammen mit den Motorlimiten in einem Fenster grafisch dargestellt.

Dies ermöglicht eine schnelle Analyse, ob der ausgewählte Linearmotor mit der definierten Lastmasse dem geforderten Bewegungsprofil folgen kann.

Falls die Anwendung nicht mit dem gewählten Motor realisiert werden kann, wird automatisch eine Warnung angezeigt.

Dauerbetrieb

Der LinMot Designer geht in der Simulation stets davon aus, dass die eingegebene Bewegungssequenz im Dauerbetrieb ohne Pause abgefahren wird.

Für die Auslegung berechnet der LinMot Designer die im Motor anfallende Verlustleistung im Dauerbetrieb aufgrund der eingegebenen Bewegungssequenz und vergleicht diese mit der maximal zulässigen Verlustleistung des Linearmotors.

Wird die maximale Verlustleistung des angewählten Linearmotors im Dauerbetrieb überschritten, wird automatisch eine entsprechende Warnung angezeigt.

Grafische Darstellung der Resultate

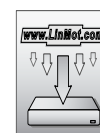
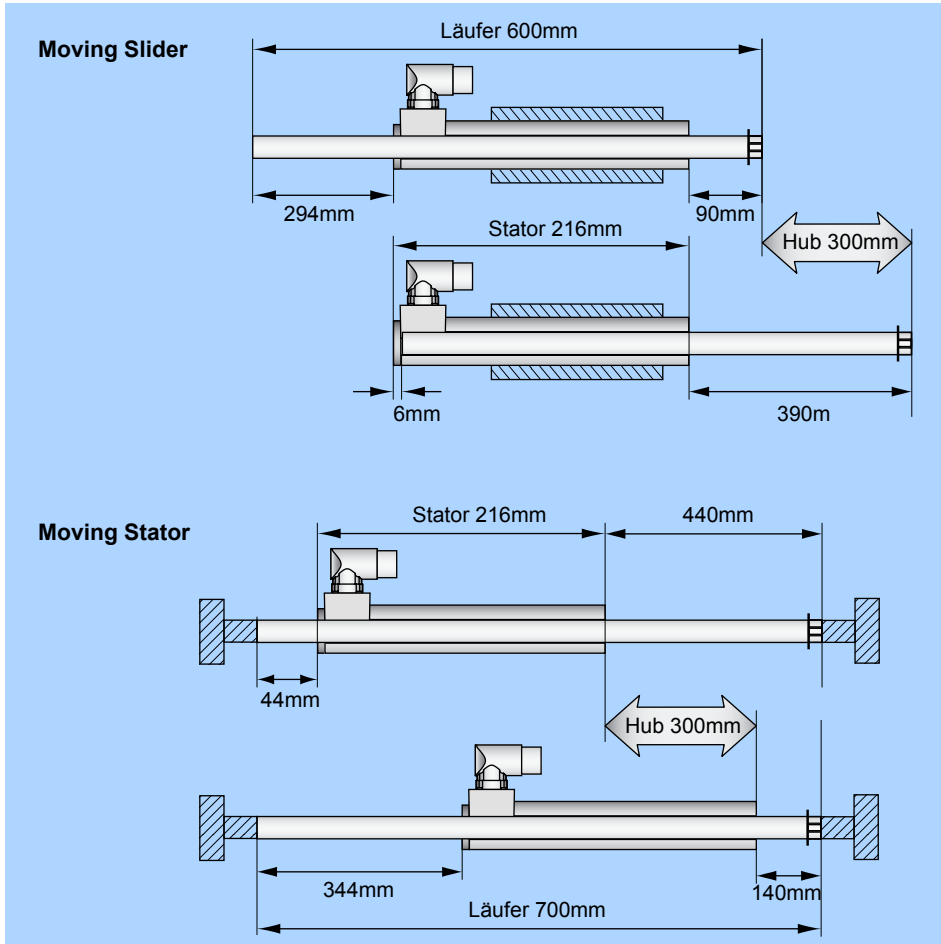
In zwei grafischen Fenstern werden die Bewegung und der Kraftbedarf zusammen mit den Motorlimiten angezeigt. Durch die grafische Darstellung der Resultate kann mit einem Blick festgestellt werden, welche Bewegungssegmente genauer untersucht werden müssen und wie viel Kraftreserve der gewählte Linearmotor in den einzelnen Segmenten aufweist.

Die grafische Darstellung der Resultate erlaubt zudem eine einfache Optimierung der Bewegungsabläufe. So können beispielsweise einzelne Segmente auf eine minimale Bewegungszeit oder ganze Bewegungszyklen auf minimale Verlustleistung optimiert werden.

Einbaulage

In einer weiteren Grafik werden die mechanischen Abmessungen des Linearmotors mit dem Läufer an der innersten und äussersten Position angezeigt. Bei Anwendungen mit bewegtem Stator wird entsprechend die Position des Stators an den zwei äussersten Positionen dargestellt.

Die Abmessungen können zusammen mit den detaillierten Motordaten und den Resultaten der Auslegung zu Dokumentationszwecken gespeichert oder ausgedruckt werden.



Der LinMot Designer kann von der Homepage www.LinMot.com geladen werden.

Optimierung

Die grafische Darstellung der Resultate erlaubt die einfache und schnelle Optimierung nach verschiedenen Kriterien:

- Kurze Bewegungszeit
Optimierung nach der kurzstmöglichen Positionierzeit
- Minimale Zykluszeit
Optimierung nach der kürzesten Zykluszeit für eine ganze Bewegungssequenz
- Minimale Verlustleistung
Optimierung nach minimaler Verlustleistung für die ganze Bewegung.

Automatische Warnungen

Werden die Motorlimiten überschritten, wird automatisch eine entsprechende Warnung ausgegeben:

- Hub
Zulässiger Hubbereich überschritten
- Kraft
Maximale Kraft nicht ausreichend
- Überlast
Warnung bei kurzzeitiger Überlast und thermischer Überlast im Dauerbetrieb
- Beschleunigungsreserve
Die minimale Beschleunigungsreserve von 10N/kg wird unterschritten

Berechnung der Anschlussleistung

Für die Abschätzung der Anschlussleistung und zur Dimensionierung der Speisung berechnet der LinMot Designer sowohl den Spitzenwert wie auch die Effektivwerte der benötigten Anschlussleistung.

Standart Motoren	Max. Hub [mm]	Kont. Kraft [N]		Maximale Kraft [N]				Läufer Masse [g]	Läufer ø [mm]	Läufer Länge [mm]	Stator Masse [g]	Stator ø [mm]	Stator Länge [mm]
		mit Lüfter	ohne Lüfter	Controller E100	Controller E1001 / E1100	Controller E1100-HC	Controller E1100-XC						
P01-23x80 Serie													
P01-23x80/10x50	50	14	8	29	39	39	39	89	12	130	265 (246)*	23 (23x40)*	162 (105)*
P01-23x80/30x90	90	16	9	33	44	44	44	118					
P01-23x80/50x110	110	16	9	33	44	44	44	135					
P01-23x80/80x140	140	16	9	33	44	44	44	171					
P01-23x80/150x210	210	16	9	33	44	44	44	220					
P01-23x80/210x270	270	16	9	33	44	44	44	271					
P01-23x80/280x340	340	16	9	33	44	44	44	330					
P01-23x80/340x400	400	16	9	33	44	44	44	380					
P01-23x80/440x500	500	16	9	33	44	44	44	465					
P01-23x80/620x680	680	16	9	33	44	44	44	615					
P01-23x80/710x770	770	16	9	33	44	44	44	690					
P01-23x160 Serie													
P01-23x160/70x70	70	18	9	24	49	49	49	112	12	200	450	23	242
P01-23x160/40x100	100	24	12	32	65	65	65	137					
P01-23x160/0x140	140	32	17	43	86	86	86	171					
P01-23x160/70x210	210	32	17	43	86	86	86	220					
P01-23x160/130x270	270	32	17	43	86	86	86	271					
P01-23x160/200x340	340	32	17	43	86	86	86	330					
P01-23x160/260x400	400	32	17	43	86	86	86	380					
P01-23x160/360x500	500	32	17	43	86	86	86	465					
P01-23x160/540x680	680	32	17	43	86	86	86	615					
P01-23x160/630x770	770	32	17	43	86	86	86	690					
P01-37x120 Serie													
P01-37x120/20x100	100	54	29	61	163	163	163	460	20	240	740	37	216
P01-37x120/80x160	160	54	29	61	163	163	163	599					
P01-37x120/180x260	260	54	29	61	163	163	163	829					
P01-37x120/280x360	360	54	29	61	163	163	163	1064					
P01-37x120/380x460	460	54	29	61	163	163	163	1297					
P01-37x120/480x560	560	54	29	61	163	163	163	1529					
P01-37x120/580x660	660	54	29	61	163	163	163	1762					
P01-37x120/680x760	760	54	29	61	163	163	163	1994					
P01-37x120/780x860	860	54	29	61	163	163	163	2227					
P01-37x120/980x1060	1060	54	29	61	163	163	163	2692					
P01-37x120/1180x1260	1260	54	29	61	163	163	163	3157					
P01-37x120/1380x1460	1460	54	29	61	163	163	163	3622					
P01-37x240 Serie													
P01-37x240/100x100	100	58	31	71	120	180	180	496	20	305	1385	37	336
P01-37x240/40x160	160	83	44	102	172	257	257	635					
P01-37x240/60x260	260	100	53	122	206	308	308	829					
P01-37x240/160x360	360	100	53	122	206	308	308	1064					
P01-37x240/260x460	460	100	53	122	206	308	308	1297					
P01-37x240/360x560	560	100	53	122	206	308	308	1529					
P01-37x240/460x660	660	100	53	122	206	308	308	1762					
P01-37x240/560x760	760	100	53	122	206	308	308	1994					
P01-37x240/660x860	860	100	53	122	206	308	308	2227					
P01-37x240/860x1060	1060	100	53	122	206	308	308	2692					
P01-37x240/1060x1260	1260	100	53	122	206	308	308	3157					
P01-37x240/1260x1460	1460	100	53	122	206	308	308	3622					
P01-48x240 Serie													
P01-48x240/30x180	180	258	145	117	312	585	585	1460	28	350	1930	48	290
P01-48x240/90x240	240	258	145	117	312	585	585	1740					
P01-48x240/180x330	330	258	145	117	312	585	585	2160					
P01-48x240/300x450	450	258	145	117	312	585	585	2720					
P01-48x240/390x540	540	258	145	117	312	585	585	3140					
P01-48x240/480x630	630	258	145	117	312	585	585	3560					
P01-48x240/600x750	750	258	145	117	312	585	585	4120					
P01-48x240/690x840	840	258	145	117	312	585	585	4540					
P01-48x240/900x1050	1050	258	145	117	312	585	585	5510					
P01-48x240/1080x1230	1230	258	145	117	312	585	585	6350					
P01-48x240/1290x1440	1440	258	145	117	312	585	585	7330					
P01-48x240/1500x1650	1650	258	145	117	312	585	585	8300					
P01-48x240/1680x1830	1830	258	145	117	312	585	585	9140					

* Werte für PS01-23Sx80 in Klammer

High Performance Motoren	Max. Hub [mm]	Kont. Kraft [N]		Maximale Kraft [N]				Läufer Masse [g]	Läufer ø [mm]	Läufer Länge [mm]	Stator Masse [g]	Stator ø [mm]	Stator Länge [mm]	Stecker Typ
		mit Lüfter	ohne Lüfter	Controller E100	Controller E1001 / E1100	Controller E1100-HC	Controller E1100-XC							
P01-23x160H-HP Serie														
P01-23x160H/20x160-HP	160	48	31	37	100	137	137	180	12	230	450	23	242	
P01-23x160H/60x200-HP	200	48	31	37	100	137	137	215		270				
P01-23x160H/80x220-HP	220	48	31	37	100	137	137	230		290				
P01-23x160H/140x280-HP	280	48	31	37	100	137	137	280		350				
P01-23x160H210x350-HP	350	48	31	37	100	137	137	340		420				
P01-23x160H/270x410-HP	410	48	31	37	100	137	137	390		480				
P01-23x160H/370x510-HP	510	48	31	37	100	137	137	480		580				
P01-23x160H/550x690-HP	690	48	31	37	100	137	137	630		760				
P01-23x160H/640x780-HP	780	48	31	37	100	137	137	700	850					
P01-37x120F-HP Serie														
P01-37x120F/40x120-HP	120	92	51	51	136	255	255	490	20	240	740	37	216	
P01-37x120F/100x180-HP	180	92	51	51	136	255	255	630		300				
P01-37x120F/200x280-HP	280	92	51	51	136	255	255	860		400				
P01-37x120F/300x380-HP	380	92	51	51	136	255	255	1090		500				
P01-37x120F/400x480-HP	480	92	51	51	136	255	255	1330		600				
P01-37x120F/500x580-HP	580	92	51	51	136	255	255	1560		700				
P01-37x120F/600x680-HP	680	92	51	51	136	255	255	1790		800				
P01-37x120F/700x780-HP	780	92	51	51	136	255	255	2020		900				
P01-37x120F/800x880-HP	880	92	51	51	136	255	255	2227		1000				
P01-37x120F/1000x1080-HP	1080	92	51	51	136	255	255	2692		1200				
P01-37x120F/1200x1280-HP	1280	92	51	51	136	255	255	3157		1400				
P01-37x120F/1400x1480-HP	1480	92	51	51	136	255	255	3622		1600				

Technische Daten und Abkürzungen

Für jeden LinMot Linearmotor steht ein Datenblatt mit den technischen Daten, den Abmessungen, Hub-Kraft- und Weg-Zeit-Diagramm zur Verfügung. Die in den Datenblättern spezifizierten Angaben und Parameter werden nachfolgend erläutert.

Maximaler Hub S

Maximaler Verfahrensweg des Linearmotors.

Kurzhubbereich SS

Hubbereich, in dem der Linearmotor seine grösste Kraft entwickelt, da sich im Kurzhubbereich immer Magnete in sämtlichen Wicklungen bewegen. Im Kurzhubbereich ist die Kraft des Linearmotors konstant.

Spitzenkraft E100/E1001

Maximale Kraft des Linearmotors bei Ansteuerung mit einem Servo Controller der Serie E100 (48VDC, 3A Phasenstrom), bzw. der Serie E1001 (72VDC, 6A Phasenstrom).

Spitzenkraft E1100/-HC

Maximale Kraft des Linearmotors bei Ansteuerung mit einem Servo Controller der Serie E1100 (72VDC, 4A Phasenstrom), bzw. der Serie E1100-HC (72VDC, 15A Phasenstrom).

Kontinuierliche Kraft

Kraft, welche vom Linearmotor im SS-Hubbereich bei Befestigung mit einem LinMot Flansch und 25°C Umgebungstemperatur permanent aufgebracht werden kann.

Kontinuierliche Kraft mit Lüfter

Kraft, welche vom Linearmotor im SS-Hubbereich bei Befestigung mit einem LinMot Flansch mit Lüfter und 25°C Umgebungstemperatur permanent aufgebracht werden kann.

Randkraft

Spitzenkraft, welche vom Motor an den beiden Enden des Hubbereichs S aufgebracht werden kann.

Kraftkonstante

Die Kraftkonstante beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Phasenstrom und der erzeugten Kraft im SS-Bereich des Linearmotors.

Max. Phasenstrom

Maximaler Phasenstrom (Ipeak) bei 72VDC bzw. 48VDC Versorgungsspannung

Max. Geschwindigkeit

Maximale Geschwindigkeit bei 72VDC bzw. 48VDC Versorgungsspannung

Phasenwiderstand

Ohmscher Widerstand einer Motorphase bei 25°C bzw. maximaler Wicklungstemperatur

Phaseninduktivität

Anschlussinduktivität einer Motorphase

Thermischer Widerstand

Thermischer Widerstand des Linearmotors mit Standardflansch. Bestimmt die maximale Erwärmung bei gegebener Verlustleistung.

Thermische Zeitkonstante

Beschreibt die typische Reaktionszeit für eine Temperaturänderung des Stators mit Standardflansch.

Statordurchmesser

Aussendurchmesser des Stators in Millimeter. Zu beachten ist, dass diese Angabe einen mittleren Wert darstellt. Die genauen Abmessungen sind der Konstruktionszeichnung zu entnehmen.

Statorlänge

Länge des Stators (ohne Berücksichtigung des Motorkabels bzw. minimalen Biegeradius bei Kabel Typen).

Statormasse

Masse des Stators (ohne Läufer)

Läuferdurchmesser

Durchmesser des Linearmotor-Läufers

Läuferlänge

Länge des Läufers über beide Enden

Läufermasse

Eigenmasse des Läufers

Wiederholgenauigkeit

Maximale Abweichung von der Sollposition in mm bei wiederholtem Anfahren derselben Position unter identischen Bedingungen.

Linearität

Absolute Genauigkeit des Antriebes bezogen auf den maximalen Hub S des Linearmotors.

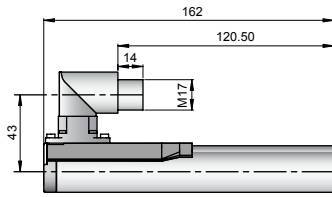
Wiederholgenauigkeit mit ES

Maximale Abweichung von der Sollposition in mm bei wiederholtem Anfahren derselben Position unter identischen Bedingungen mit externer Positionsensorik.

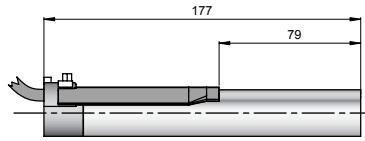
Linearität mit ES

Maximaler Linearitätsfehler bei Positionierung mit externer Sensorik.

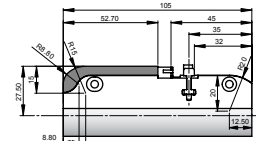
P01-23x80 Serie



P01-23x80-R

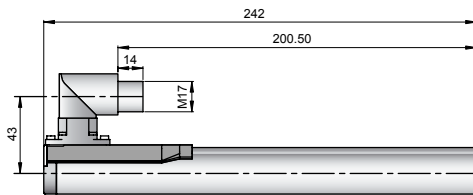


P01-23x80
P01-23x80-R20

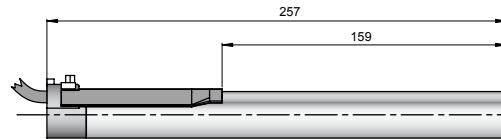


P01-23Sx80

P01-23x160 Serie

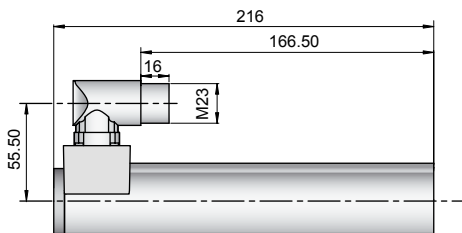


P01-23x160-R P01-23x160H-HP-R
P01-23x160F-R

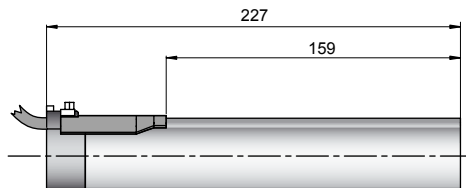


P01-23x160 P01-23x160F-R20
P01-23x160-R20 P01-23x160H-HP-R20

P01-37x120 Serie

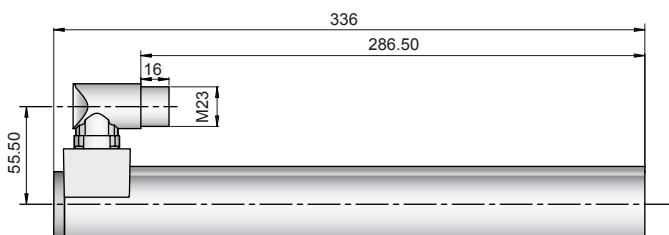


P01-37x120-C
P01-37x120F-HP-C

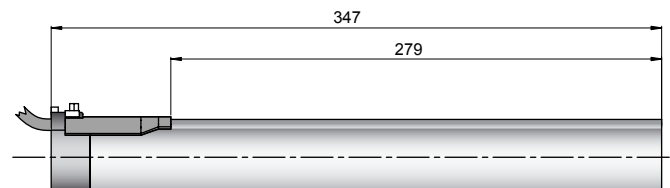


P01-37x120 P01-37x120F-HP-C20
P01-37x120-C20

P01-37x240 Serie

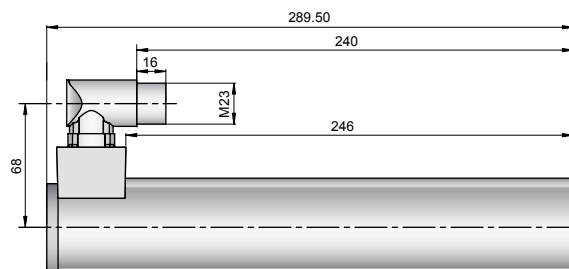


P01-37x240-C
P01-37x240F-C



P01-37x240 P01-37x240F-C20
P01-37x240-C20

P01-48x240 Serie



P01-48x240-C
P01-48x240F-C

Abmessungen mm

Motorfamilie P01-23Sx80

35



Motorfamilie P01-23x80

59



Motorfamilie P01-23x160

83



Motorfamilie P01-37x120

105



Motorfamilie P01-37x240

131



Motorfamilie P01-48x240

157



