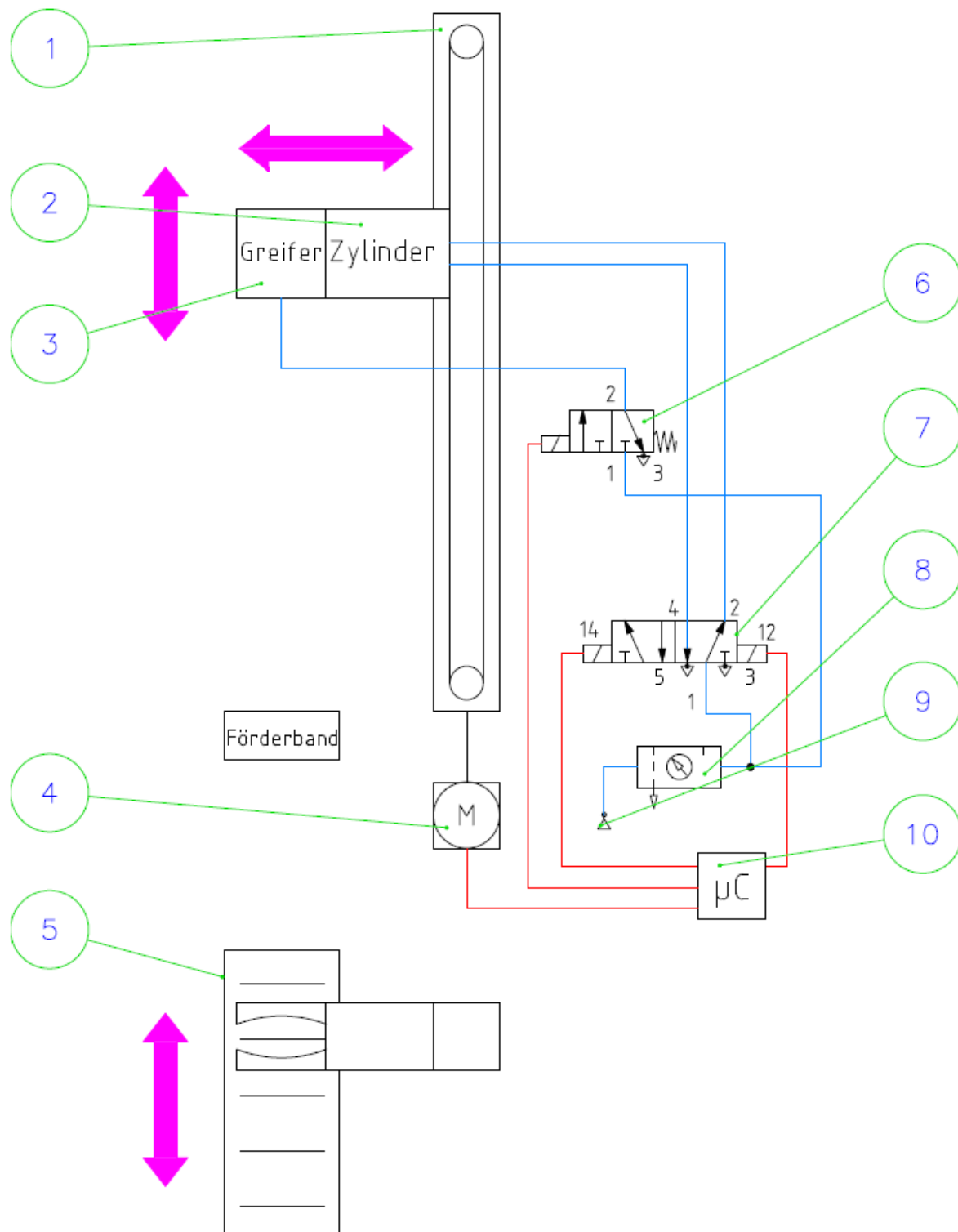


Inhaltsverzeichnis

Technologieschema	1
Legende.....	1
Auswahl des Greifers	2
Berechnung der Greifkraft: F_N	2
Gegebene Werte:.....	2
Gesuchte Werte:	2
Auswahl des Greifers.....	2
Darstellung	3
Datenblatt	4
Auswahl des Zylinders.....	5
Datenblatt	5
Auswahl der Hochachse.....	6
Berechnung der Vorschubkraft: F_V	6
Gegebene Werte:.....	6
Berechnung:.....	6
Datenblatt:	6
Auswahl des Förderbands.....	8
Darstellung	8
Daten.....	8
Auswahl des Schrittmotors	9
Berechnung	9
Massenträgheitsmomentes J_A	9
Berechnung der max. Winkelbeschleunigung α	9
Berechnung der Winkelbeschleunigung bei Stillstand α_s	10
Berechnung des max. Drehmomentes M	10
Berechnung des Haltemomentes M_S	10
Datenblatt	11
Diagramm	11
Berechnung der max. Geschwindigkeit der Hochachse v	12
Berechnung der aufgenommenen Motorleistung: P_a	12
Berechnung der benötigten Motorleistung: P_m	12
Kupplungsauswahl	13
Kupplung	13
Daten.....	13
Tätigkeitsberichte.....	14-17

Technologieschema



Legende

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Hochachse | 6. 3/2 Wegeventil |
| 2. Zylinder | 7. 5/2 Wegeventil |
| 3. Greifer | 8. Wartungseinheit |
| 4. Schrittmotor | 9. Druckluftquelle |
| 5. Förderband | 10. Mikro-Controller |

Auswahl des Greifers

Berechnung der Greifkraft: F_N

Gegebene Werte:

Masse eines Zylinders:	$m_z = 1,5 \text{ kg}$
maximale Beschleunigung der Hochachse:	$a = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Erdbeschleunigung:	$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Haftreibungszahl zwischen Aluminium:	$\mu_{\text{Alu}} = 1$

Gesuchte Werte:

F_G ...maximale Gewichtskraft des Zylinders

F_N ...Greifkraft pro Greiffinger

F_R ...Reibungskraft

$$\sum F_Y = 0$$

$$-F_G + F_{R1} + F_{R2} = 0$$

$$F_R = F_N * \mu_{\text{Alu}}$$

$$F_G = 2 * F_N * \mu_{\text{Alu}}$$

$$F_G = m_Z * (g + a)$$

$$m_Z * (g + a) = 2 * F_N * \mu_{\text{Alu}} \rightarrow$$

$$F_N = \frac{m_Z * (g + a)}{2 * \mu_{\text{Alu}}}$$

$$F_N = \frac{1,5 \text{ kg} * \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 50 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)}{2 * 1}$$

$$\underline{F_N = 44,86 \text{ N}}$$

Auswahl des Greifers

Der Greifer wurde über den Produktfinder von Festo mit folgenden Werten ausgewählt:

Angaben zum Werkstück		
Abstand 0-Linie -> Schwerpunkt:	<input type="text" value="70"/>	<div><div></div><div></div><div>mm</div></div>
Masse des Werkstücks:	<input type="text" value="1500"/>	<div><div></div><div></div><div>g</div></div>
Benötigter Hub:	<input type="text" value="105"/>	<div><div></div><div></div><div>mm</div></div>

Angaben zu einem einzelnen Greiffinger		
Masse eines Greiffingers:	<input type="text" value="75"/>	<div><div></div><div></div><div>g</div></div>
Abstand 0-Linie -> Schwerpunkt:	<input type="text" value="40"/>	<div><div></div><div></div><div>mm</div></div>
Abstand 0-Linie -> Druckpunkt (Greifpunkt):	<input type="text" value="70"/>	<div><div></div><div></div><div>mm</div></div>

Angaben zur Bewegung	
Beschleunigung in:	x-Richtung
Großte Linear-Beschleunigung:	40 m/s ²

Anordnung	
Lage des Greifers:	vertikal
Greifrichtung:	schließend
Greifen mit Reib- oder Formschluss:	Reibschluss

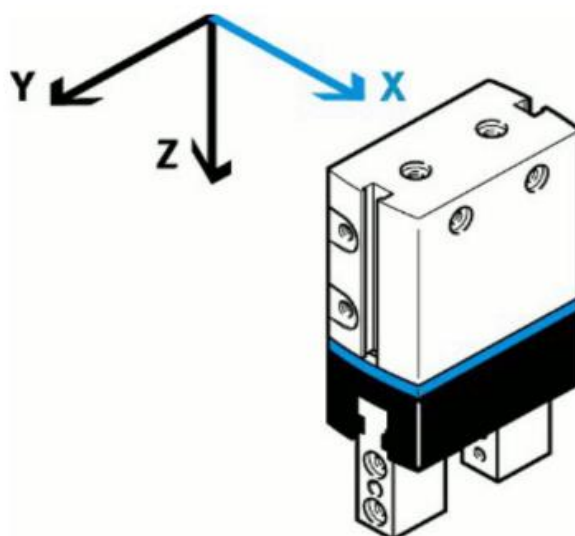
Sonstige Angaben	
Betriebsdruck:	6 bar
Reibkoeffizient:	1
Sicherheitsfaktor:	2
Gerätetemperatur:	20 °C

Die unterschiedlichen Beschleunigungen ergeben sich dadurch, dass der Produktfinder nur eine max. Beschleunigung von $40 \frac{m}{s^2}$ zulässt.

Greifkraft pro Finger F_N : 44,86N
 Gesamter benötigter Hub: 105mm
 Schwerpunkt Abstand: 70mm
 Betriebsdruck: 6bar

Darstellung

Anordnung



Datenblatt


Merkmale	Wert
Baugröße	14
Hub pro Greifbacken	60 mm
Max. Austauschgenauigkeit	< 0,2 mm
Max. Greifbackenwinkelspiel ax,ay	< 0,2 deg
Max. Greifbackenspiel Sz	< 0,05 mm
Rotationssymmetrie	<= 0,2 mm
Wiederholgenauigkeit Greifer	< 0,03 mm
Anzahl Greifbacken	2
Einbaulage	beliebig
Funktionsweise	doppeltwirkend
Greiferfunktion	Parallel
Konstruktiver Aufbau	Doppelkolben Führung Kolben-Schieber T-Form Zahnstange/Ritzel
Positionserkennung	für Näherungsschalter
Gesamtgreifkraft bei 6 bar öffnen	126 N
Gesamtgreifkraft bei 6 bar schließen	158 N
Betriebsdruck	3 ... 8 bar
Max. Arbeitsfrequenz Greifer	< 1 Hz
Min. Öffnungszeit bei 6 bar	270 ms
Min. Schließzeit bei 6 bar	230 ms
Betriebsmedium	Druckluft nach ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Hinweis zum Betriebs- und Steuermedium	Geölter Betrieb möglich (im weiteren Betrieb erforderlich)
Korrosionsbeständigkeitsklasse KBK	2 - mäßige Korrosionsbeanspruchung
Umgebungstemperatur	5 ... 60 °C
Greifkraft pro Greifbacken bei 6 bar öffnen	63 N
Greifkraft pro Greifbacken bei 6 bar schließen	79 N
Massenträgheitsmoment	11,43 kgcm ²
Max. Kraft am Greifbacken Fz statisch	500 N
Max. Moment am Greifbacken Mx statisch	35 Nm
Max. Moment am Greifbacken My statisch	35 Nm
Max. Moment am Greifbacken Mz statisch	35 Nm
Nachschmierintervall Führungselemente	5 Mio SP
Max. Masse pro externem Greiffinger	80 g
Produktgewicht	595 g
Befestigungsart	Innengewinde und Zentrierhülse mit Durchgangsbohrung und Zentrierhülse
Pneumatischer Anschluss	M5
Werkstoffhinweis	Kupfer- und PTFE-frei RoHS konform
Werkstoff Gehäuse	Aluminium gleiteloxiert
Werkstoff Greifbacken	Stahl gehärtet

Ausgewählter Greifer: HGPL-14-60-A-B

Auswahl des Zylinders

Um den Hub des Zylinders zu ermitteln, wird ein Abstand vom Greifsystem von 20mm bis zum Förderband angenommen, hinzu gefügt werden die 160mm des ausgewählten Förderbands und den Abstand zwischen Zylinder und Trommelkannte mit etwa 20mm. Somit ergibt sich ein Hub von 200mm.

Datenblatt

Ausführung	Typ	Kolben- \varnothing	Hub	Positionserkennung	Dämpfung fest	selbsteinstellend
		[mm]	[mm]	A	P	PPS
Grundtyp						
	ADN	12	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40	1 ... 300		
		16	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50	1 ... 300		
		20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60	1 ... 300		
		32, 40, 50	5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400	■	■
		63	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 400		■
		80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80	1 ... 500		■
		125	—	1 ... 500		■

Merkmal	Wert
Hub	1 ... 300 mm
Kolben-Durchmesser	16 mm
Basierend auf Norm	ISO 21287
Dämpfung	P: elastische Dämpfungsringe/-platten beidseitig
Einbaulage	beliebig
Konstruktiver Aufbau	Kolben Kolbenstange Profilrohr
Positionserkennung	für Näherungsschalter
Varianten	EX-Schutzzulassung (ATEX) Verlängertes Kolbenstangen-Außengewinde Sondergewinde an der Kolbenstange Verlängerte Kolbenstange Mit Verdrehsicherung Hoher Korrosionsschutz Konstante langsame Bewegung Reibungsarm Durchgehende Kolbenstange Durchgehende, hohle Kolbenstange Warmfeste Dichtungen max. 120°C Typenschild gelasert einseitige Kolbenstange
Betriebsdruck	1 ... 10 bar
Funktionsweise	doppeltwirkend
ATEX-Kategorie Gas	II 2G
Ex-Zündschutzart Gas	c T4
ATEX-Kategorie Staub	II 2D
Ex-Zündschutzart Staub	c 120°C
Ex-Umgebungstemperatur	-20°C ≤ Ta ≤ +60°C
Betriebsmedium	Druckluft nach ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Hinweis zum Betriebs- und Steuermedium	Geölter Betrieb möglich (im weiteren Betrieb erforderlich)
CE-Zeichen (siehe Konformitätserklärung)	nach EU-Ex-Schutz-Richtlinie (ATEX)
Korrosionsbeständigkeitsklasse KBK	2 - mäßige Korrosionsbeanspruchung 3 - starke Korrosionsbeanspruchung
Umgebungstemperatur	-20 ... 120 °C
Theoretische Kraft bei 6 bar, Rücklauf	90 N
Theoretische Kraft bei 6 bar, Vorlauf	90 ... 121 N
Bewegte Masse bei 0 mm Hub	15 g
Gewichtszuschlag pro 10 mm Hub	14 g
Grundgewicht bei 0 mm Hub	79 g
Zuschlag bewegte Masse pro 10 mm Hub	4 g

Ausgewählter Zylinder: Kompaktzylinder ADN-16-200-

Auswahl der Hochachse

Berechnung der Vorschubkraft: F_V

Gegebene Werte:

Beschleunigung der Hochachse:	$a = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	(gewählt)
Masse des Werkstücks:	$m_W = 1,5\text{kg}$	(aus Angabe Zettel)
Masse des Greifers:	$m_G = 0,595\text{kg}$	(aus Datenblatt)
Masse des Zylinders:	$m_Z = 0,359\text{kg}$	(aus Datenblatt)
Masse des Schlittens:	$m_S = 0,5\text{kg}$	(gewählt)

Berechnung:

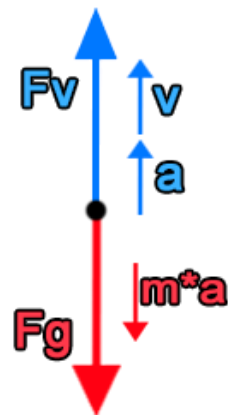
$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$F_V - m \cdot g = m \cdot a$$

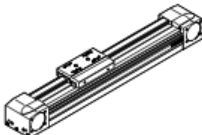
$$F_V = m \cdot (g + a)$$

$$F_V = (1,5\text{kg} + 0,595\text{kg} + 0,359\text{kg} + 0,5\text{kg}) \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

$$\underline{F_V = 58,51\text{N}}$$



Datenblatt:

Ausführung	Baugröße	Arbeitshub [mm]	Geschwindigkeit [m/s]	Wiederholgenauigkeit [mm]	Vorschubkraft [N]	Führungseigenschaften				
						Kräfte und Momente				
						Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
Kugelumlaufführung										
	50	50 ... 1900	3	±0,08	50	650	650	3,5	10	10
	70	50 ... 5000	5	±0,08	100	1850	1850	16	132	132
	80	50 ... 8500	5	±0,08	350	3050	3050	36	228	228
	120	50 ... 8500	5	±0,08	800	6890	6890	144	680	680
	185	50 ... 8500	5	±0,1	2500	15200	15200	529	1820	1820

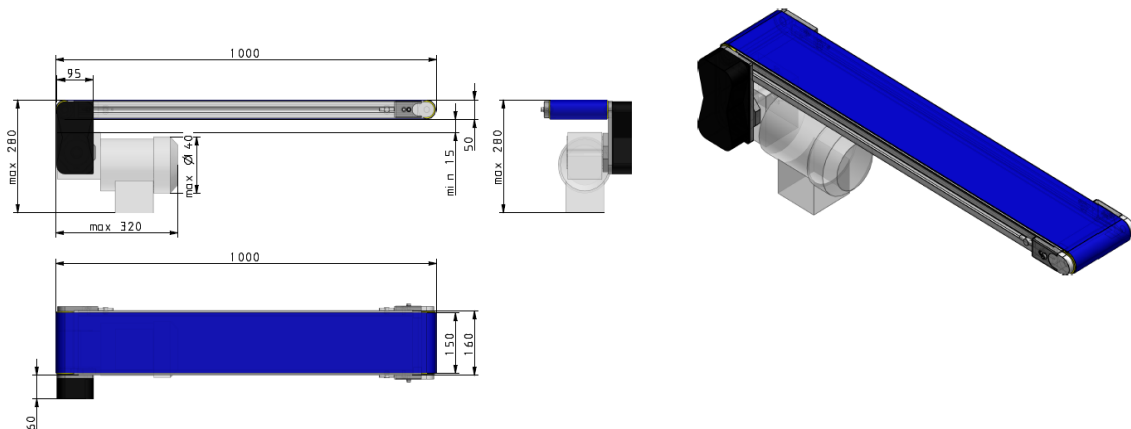
Merkmal	Wert
Antriebsritzel Wirkdurchmesser	24,83 mm
Arbeitshub	50 ... 5.000 mm
Baugröße	70
Zahnriemen-Dehnung	0,08 %
Zahnriemen-Teilung	3 mm
Einbaulage	beliebig
Führung	Kugelumlauführung
Konstruktiver Aufbau	Elektromechanische Linearachse mit Zahnriemen
Motorart	Schrittmotor Servomotor
Max. Beschleunigung	50 m/s ²
Max. Geschwindigkeit	5 m/s
Wiederholgenauigkeit	±0,08 mm
Einschaltdauer	100%
Schutzart	IP40
Umgebungstemperatur	-10 ... 60 °C
Flächenmomente 2. Grades I _x	395E+03 mm ⁴
Flächenmomente 2. Grades I _y	577E+03 mm ⁴
Max. Kraft F _y	1.850 N
Max. Kraft F _z	1.850 N
Max. Leerlauf- Verschiebewiderstand	14,5 N
Max. Moment M _x	16 Nm
Max. Vorschubkraft F _x	100 N
Torsionsträgheitsmoment I _t	240E+03 mm ⁴
Massenträgheitsmoment J _H pro Meter Hub	0,11 kgcm ²
Massenträgheitsmoment J _L pro kg Nutzlast	1,54 kgcm ²
Vorschubkonstante	78 mm/U
Werkstoff Abschlussdeckel	Aluminium-Knetlegierung eloxiert
Werkstoff Profil	Aluminium-Knetlegierung eloxiert
Werkstoffhinweis	LABS-haltige Stoffe enthalten RoHS konform
Werkstoff Antriebsdeckel	Aluminium-Knetlegierung eloxiert
Werkstoff Führung Schlitten	Stahl
Werkstoff Führungsschiene	Stahl
Werkstoff Riemenscheiben	hochlegierter Stahl rostfrei
Werkstoff Schlitten	Aluminium-Knetlegierung eloxiert
Werkstoff Zahnriemenklemmkörper	vernickelt
Werkstoff Zahnriemen	Polychloroprene mit Glascord und Nylonüberzug

Ausgewählte Hochachse: Zahnriemenachse EGC-70-2000-TB-KF

Auswahl des Förderbands

Bei der Auswahl des Förderbands muss nur auf die Breite und Länge der Tragfläche geachtet werden, um nicht zu klein für das zu transportierende Werkstück zu sein.

Darstellung



Daten

FORM (Bauform)	A - Kopfantrieb mit Riemen, links
SO (Bauart Breite)	Standardbreiten
L (Länge / mm)	1000
B (Rahmenbreite / mm)	160
FU (Höhe Seitenführung / mm)	0
DRMO (Drehung Motor / °)	0
DRAN (Drehung Anschlussblock / °)	270
IM (Information Motoren)	Die gröÙe des Motors ist von der Konfiguration des Förderbandes abhängig. In den dargestellten Baugruppen wurde ein Beispielmotor verwendet. Die tatsächlichen Maße des Motors können von der Zeichnung abweichen!

Auswahl des Schrittmotors

Berechnung

Massenträgheitsmoment						
Baugröße		50	70	80	120	185
J ₀						
EGC-...-GK	[kg mm ²]	16,94	83,34	205,9	1241	17976
EGC-...-GV	[kg mm ²]	–	110	265	1465	19690
J _H pro Meter Hub	[kg mm ² /m]	2,6	10,6	18,8	93	760
J _L pro kg Nutzlast	[kg mm ² /Kg]	85	154	205	396	1363,5
J _W Zusatzschlitten	[kg mm ²]	3,56	56,32	126,73	861	8846
J _F Feststelleinheit						
EGC-...-1H...-PN	[kg mm ²]	–	–	143,5	911	6681
EGC-...-2H-PN	[kg mm ²]	–	–	266,5	1584	11317

Das Massenträgheitsmoment J_A der gesamten Achse wird wie folgt berechnet:

$$J_A = J_0 + K \times J_W + J_H \times \text{Arbeitshub [m]} + J_L \times m_{\text{Nutzlast [kg]}} + J_F$$

K= Anzahl der Zusatzschlitten

Nutzlast der Hochachse m_Z: 2,454kg
 Arbeitshub der Hochachse l_H: 2000mm
 Vorschubkonstante k: $78 \frac{mm}{U}$
 Beschleunigung der Hochachse a: $10 \frac{m}{s^2}$
 Erdbeschleunigung g: $9,81 \frac{m}{s^2}$

Massenträgheitsmomentes J_A

$$J_A = J_0 + J_H \cdot l_H + J_L \cdot m_Z$$

$$J_A = 83,34 \text{ kgmm}^2 + 10,6 \frac{\text{kgmm}^2}{\text{m}} \cdot 2\text{m} + 154 \frac{\text{kgmm}^2}{\text{kg}} \cdot 2,454 \text{ kg}$$

$$J_A = 482,456 \text{ kgmm}^2$$

Berechnung der max. Winkelbeschleunigung α

$$k = \frac{78 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2\pi \text{ rad}} = \frac{(a + g)}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{(a + g) \cdot 2\pi \text{ rad}}{78 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\alpha = \frac{(10 \frac{m}{s^2} + 9,81 \frac{m}{s^2}) \cdot 2\pi \text{ rad}}{78 \cdot 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\alpha = 1595,77 \frac{\text{rad}}{s^2}$$

Berechnung der Winkelbeschleunigung bei Stillstand α_s

$$k = \frac{78 * 10^{-3} \text{m}}{2\pi \text{ rad}} = \frac{\text{g}}{\alpha}$$

$$\alpha_s = \frac{\text{g} * 2\pi \text{ rad}}{78 * 10^{-3} \text{m}}$$

$$\alpha_s = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 2\pi \text{ rad}}{78 * 10^{-3} \text{m}}$$

$$\underline{\alpha_s = 790,231 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}}$$

Berechnung des max. Drehmomentes M

$$M = I * \alpha$$

$$M = 482,456 * 10^{-6} \text{kgm}^2 * 1595,77 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\underline{M = 0,755 \text{ Nm}}$$

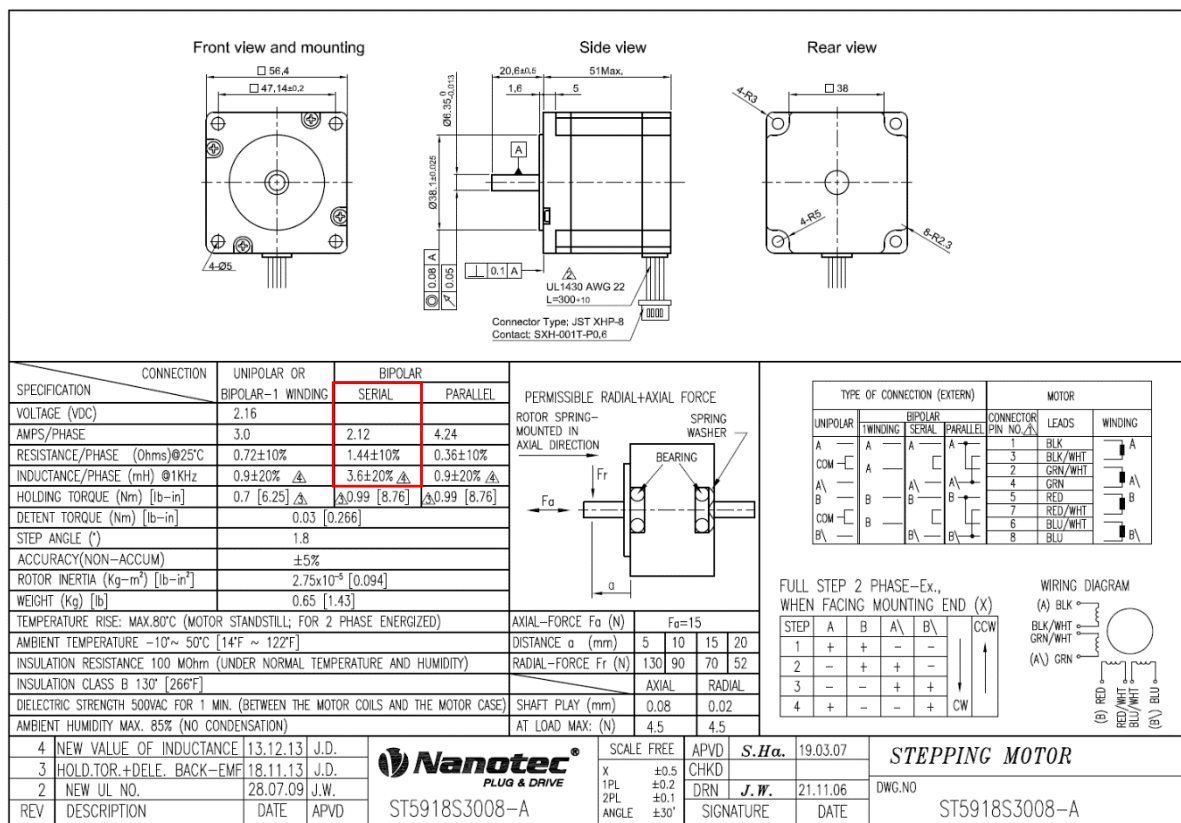
Berechnung des Haltemomentes M_s

$$M_s = I * \alpha_s$$

$$M_s = 482,456 * 10^{-6} \text{kgm}^2 * 790,23 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

$$\underline{M_s = 0,381 \text{ Nm}}$$

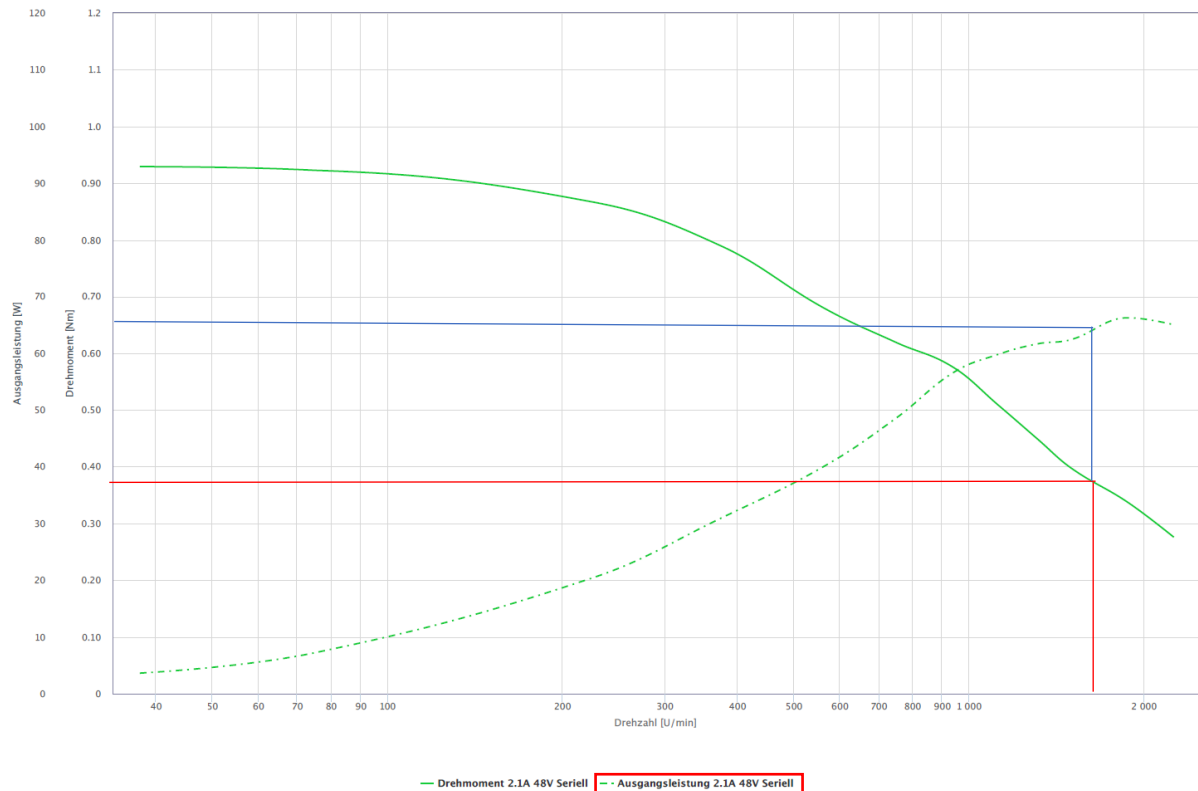
Datenblatt



Gewählter Schrittmotor: ST8918M4508-A — SCHRITTMOTOR - NEMA 34

Diagramm

ST5918S3008-A - Schrittmotor - NEMA 23



Bei einem Haltemoment von 0,4Nm ergibt sich eine maximale Drehzahl von n= 1700U/min.

Berechnung der max. Geschwindigkeit der Hochachse v

$$\omega = \frac{2 * \pi * n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 * \pi * 1700 \frac{U}{min}}{60}$$

$$\omega = 178,024 \frac{rad}{s}$$

$$k = \frac{78 * 10^{-3} m}{2\pi rad} = \frac{v}{\omega}$$

$$v = \frac{\omega * 78 * 10^{-3} m}{2\pi rad}$$

$$v = \frac{51,313 \frac{rad}{s} * 78 * 10^{-3} m}{2\pi rad}$$

$$\underline{v = 2,21 \frac{m}{s}}$$

Berechnung der aufgenommenen Motorleistung: P_a

$$P = U * I$$

$$P = 48V * 2.1A$$

$$\underline{P = 100,8W}$$

Berechnung der benötigten Motorleistung: P_m

Aus Tabelle bei einer Drehzahl von 1700U/min entnommen

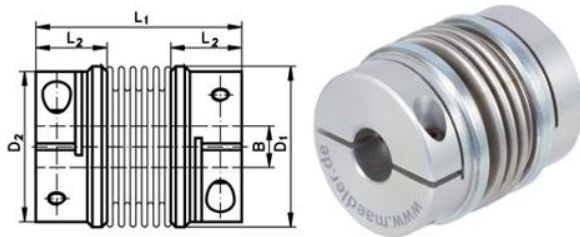
$$\underline{P_m = 66W}$$

Kupplungsauswahl

Die Kupplung wurde auf der Seite maedler ausgewählt und zu berücksichtigen war der Schrittmotor Durchmesser und das Drehmoment, die aus dem Datenblatt entnommen worden sind.

Kupplung

Metall-Balgkupplung MBK kurze Ausführung beidseitig Bohrung 6mm Gesamtlänge 37,5mm Nabendurchmesser 23,4mm



Werkstoff: Naben Aluminium, Balg rostfreier Stahl.

- Spielfrei, mit hoher Verdrehsteifigkeit.
- Für hochdynamische Positionier- und Servosysteme, Pumpen, Portalantriebe usw.
- Mit Klemmnaben, einbaufertig für schnellste Montage.

Daten

1	5	10	25	50
34,66	32,74	29,49	26,42	23,67

Drehmoment max. * [Nm]	3,2
Bohrung B ^{+0,03 1)} [mm]	6
Bohrung max. 2) [mm]	12
L ₁ [mm]	37,5
L ₂ [mm]	14
D ₁ [mm]	26
D ₂ [mm]	23,4
Winkel [Grad]	2,0
max. Verlagerung radial [mm]	0,06
max. Verlagerung axial [mm]	0,36
empf. max. Drehzahl [min ⁻¹]	5000
Verdrehsteifigkeit [Nm/Rad]	755
Gewicht [g]	34

Betriebsfaktoren

Art der Last	Betriebsfaktor
Gleichmäßige Last	1,5
Wechselnde Last	2
Stoßbelastung	3
Reversierende Stoßbelastung	4