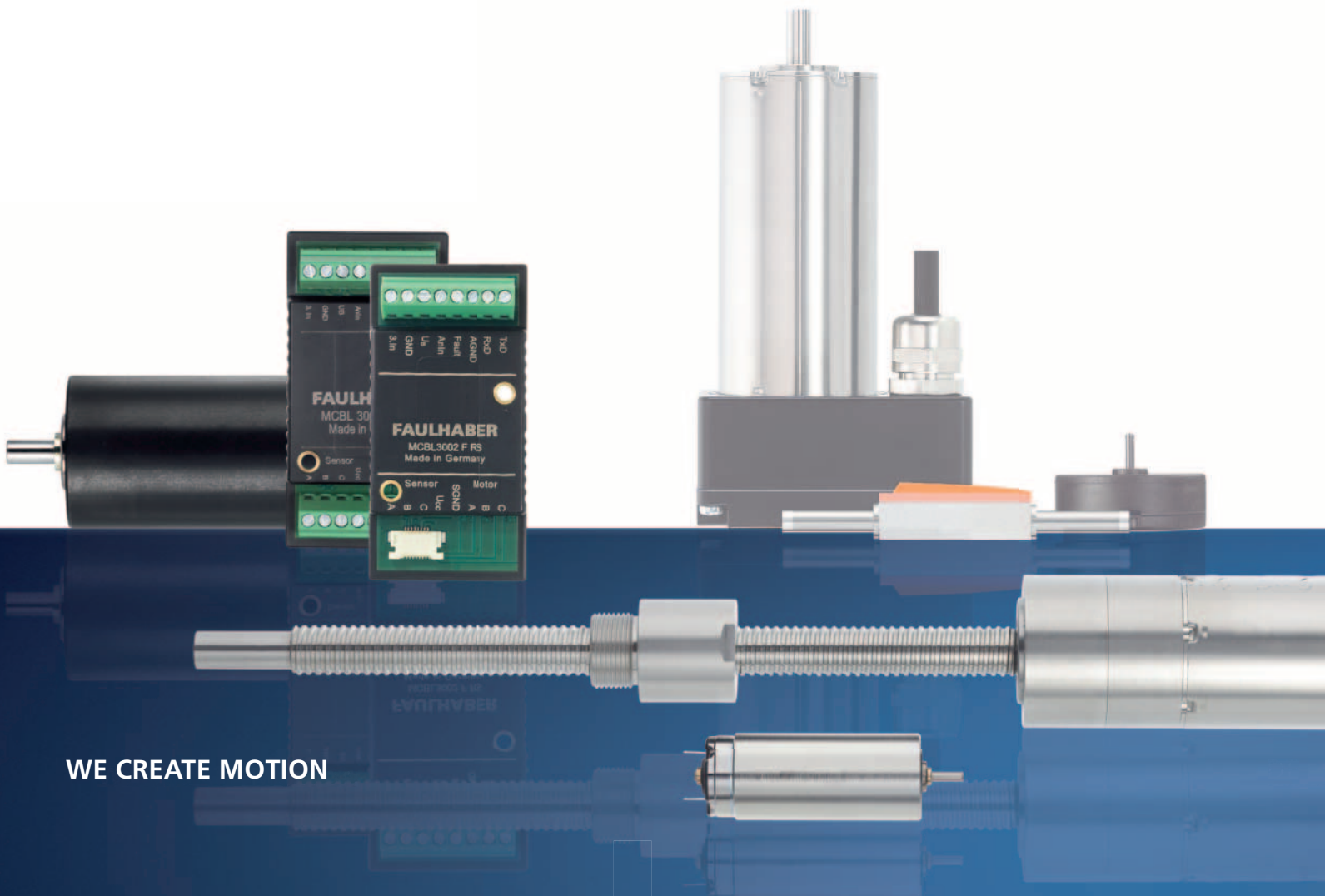


Technische Informationen

DE



WE CREATE MOTION

Impressum

Version:

4. Auflage, 2012 – 2013

Copyright

by Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG
Daimlerstr. 23 / 25 · 71101 Schönaich

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, vorbehalten.
Ohne vorherige ausdrückliche schriftliche Genehmigung
der Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG darf kein Teil
dieser Beschreibung vervielfältigt, reproduziert, in
einem Informationssystem gespeichert oder verarbeitet
oder in anderer Form weiter übertragen werden.

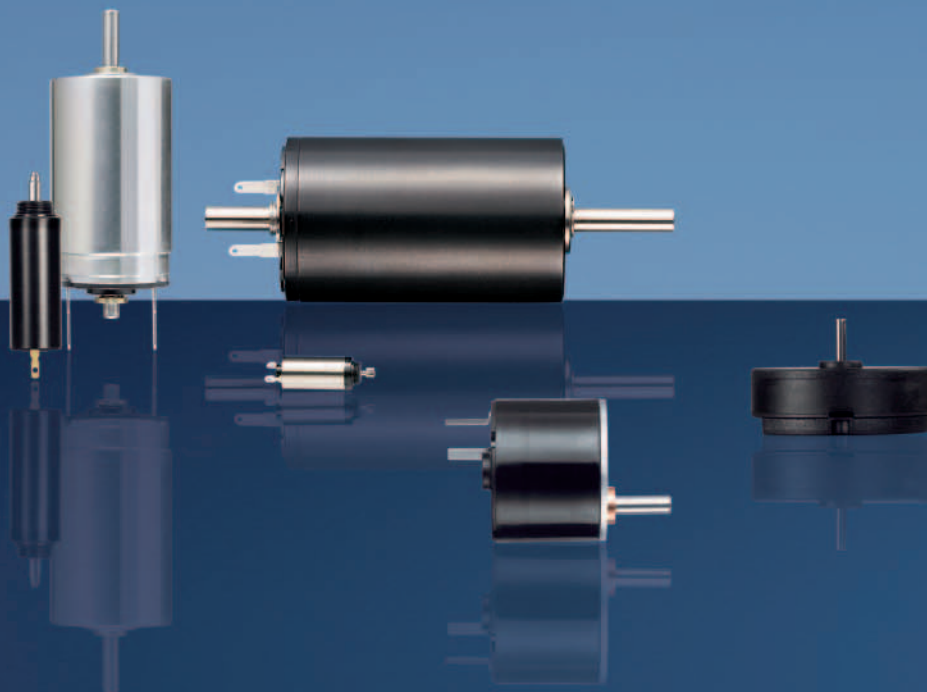
Dieses Dokument wurde mit Sorgfalt erstellt.
Die Dr. Fritz Faulhaber GmbH & Co. KG übernimmt jedoch
für eventuelle Irrtümer diesem Dokument und deren Folgen
keine Haftung. Ebenso wird keine Haftung für direkte
Schäden oder Folgeschäden übernommen, die sich aus
einem unsachgemäßen Gebrauch der Produkte ergeben.

Änderungen vorbehalten. Die jeweils aktuelle Version
dieses Dokuments finden Sie auf der Internetseite von
FAULHABER: www.faulhaber.com

Inhaltsübersicht

DC-Kleinstmotoren	DC-Kleinstmotoren DC-Flachmotoren & DC-Getriebemotoren	4 – 12
Bürstenlose DC-Motoren	Bürstenlose DC-Mikromotoren, Bürstenlose DC-Servomotoren Bürstenlose DC-Servomotoren mit integriertem Encoder Bürstenlose DC-Flachmotoren & DC-Getriebemotoren Bürstenlose DC-Motoren mit integriertem Speed Controller	13 – 23
Motion Control Systems	Bürstenlose DC-Servomotoren mit integriertem Motion Controller	24 – 28
Schrittmotoren	Schrittmotoren	29 – 34
Lineare DC-Servomotoren	Lineare DC-Servomotoren	35 – 40
Präzisionsgetriebe	Präzisionsgetriebe	41 – 46
Lineare Komponenten	Kugelumlaufspindel Spindeln und Optionen	47 – 53
Encoder	Encoder – 2 Kanäle Encoder – 3 Kanäle	54 – 59
Steuerungen	Speed Controller Motion Controller	60 – 66

DC-Kleinstmotoren



DC-Kleinstmotoren

Technische Informationen

Allgemeine Angaben

Die Lebensdauer kann, je nach Anwendung, bis zu 10 000 Stunden betragen. Mit steigender Drehzahl nimmt der mechanische Verschleiß zu und die Lebensdauer sinkt entsprechend. Ebenso verringert eine zu hohe elektrische Belastung die Lebensdauer. Eine durchschnittliche Lebensdauer von etwa 1 000 Stunden bei Edelmetallbürsten und über 3 000 Stunden bei Graphitbürsten ist dann zu erwarten, wenn die Motoren bei den in den Datenblättern angegebenen empfohlenen Werten betrieben werden. Diese Werte sind unabhängig voneinander einzuhalten. Bei Motoren mit Edelmetallbürsten sollte die Stromaufnahme unter Last im kontinuierlichen Betrieb nicht höher als ein Drittel des Haltestroms sein. Bei Motoren mit Graphitbürsten gelten diese Verhältnisse nicht. Die max. Nennstromaufnahme muss je nach Motortyp berechnet werden.

Der Motor sollte nicht bei Haltemoment M_H betrieben werden, da sonst die Kommutierung oder die Windungen der Spule nach kurzer Zeit beschädigt werden könnten. Der Motor erreicht seine größte Leistung $P_{2\max}$ genau bei halbem Haltemoment M_H , was auch der halben Drehzahl entspricht. Um die beste Lebensdauer zu erreichen, sollte dieser Betriebspunkt nur im intermittierenden Betrieb gewählt werden. Für Anwendungen, die eine extrem lange Lebensdauer erfordern, empfehlen wir unsere bürstenlosen DC-Motoren.

Maße ohne Toleranzangabe:

In Anlehnung an ISO 2768 mittel gelten folgende Toleranzen für nicht tolerierte Maße

≤ 6 = ± 0,1 mm

≤ 30 = ± 0,2 mm

≤ 120 = ± 0,3 mm

Motoren mit engeren Toleranzen können auf Anfrage als Sonderausführung geliefert werden. Toleranzen für nicht spezifizierte Maße sowie Toleranzen für Motordaten ohne Toleranzangabe werden auf Anfrage genannt.

Lagerausführungen:

- Standard: Wenn nicht anders angegeben, werden vakuumgefettete Sinterlager verwendet
- Wahlweise: Abgedeckte vorgespannte Kugellager

Motorwellen:

Alle Maße bei eingedrückter Welle.

Motorauswahl:

Die aufgeführten Spannungstypen sind die standardisierte Vorzugsbaureihe. Es stehen jedoch eine Vielzahl weiterer Wicklungsmöglichkeiten zur Verfügung.

DC-Kleinstmotoren

Edelmetallkommutierung

Serie 0615 ... S

		0615 N
1	Nennspannung	U_N
2	Anschlusswiderstand	R
3	Abgabeleistung	$P_{2\max}$
4	Wirkungsgrad, max.	

Erläuterungen zu den Datenblättern

Alle Werte bei 22 °C Umgebungstemperatur.
Die Angaben beziehen sich auf Nennspannung, Motor ohne Last.

Nennspannung U_N [Volt]

ist diejenige Spannung, bei der alle weiteren Nenndaten gemessen werden. Nennspannung bedeutet nicht Betriebsspannung. Die Betriebsspannung wird entsprechend der gewünschten Drehzahl und dem Drehmoment gewählt, wobei die empfohlenen Werte zu beachten sind.

Anschlusswiderstand R [Ω] ±12%

ist der an den Motoranschlüssen gemessene Widerstand. Der Wert ist direkt von der Spulentemperatur abhängig (Temperaturkoeffizient: $\alpha_{22} = 0,004 \text{ K}^{-1}$).

Abgabeleistung $P_{2\max}$ [W]

ist die maximale vom Motor abgegebene mechanische Leistung bei Nennspannung.

$$P_{2\max} = \frac{R}{4} \cdot \left(\frac{U_N}{R} - I_o \right)^2$$

Wirkungsgrad η_{\max} [%]

beschreibt das Verhältnis zwischen der aufgenommenen elektrischen und der abgegebenen mechanischen Leistung. Der angegebene maximale Wert wird bei Nennspannung erreicht. Dieser Punkt ist jedoch nicht in jedem Fall auch der optimale Arbeitspunkt des Motors.

$$\eta_{\max} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_o \cdot R}{U_N}} \right)^2 \cdot 100$$

Leerlaufdrehzahl n_o [rpm] ±12%

beschreibt die Drehzahl des unbelasteten Motors im eingeschwungenen Zustand bei 22 °C Umgebungstemperatur. Falls nicht abweichend definiert gilt für die Leerlaufdrehzahl eine Toleranz von ±12%.

$$n_o = (U_N - I_o \cdot R) \cdot k_n$$

Leerlaufstrom I_o [A] ±50%

beschreibt die Stromaufnahme des unbelasteten Motors im eingeschwungenen Zustand bei 22 °C Umgebungs-

temperatur. Für ihn gilt eine Toleranz von $\pm 50\%$. Der Leerlaufstrom ändert sich mit der Umgebungstemperatur und den Kühlbedingungen. Außerdem ist er drehzahlabhängig. Eine spezielle Lagerart oder ein spezieller Schmierstoff führt in der Regel ebenso zu einer Vergrößerung des Leerlaufstroms wie ein Anbau (Getriebe, Encoder, Tachogenerator, ...).

Anhaltmoment M_H [mNm]

ist das Moment, das aus der Bewegung heraus bei Nennspannung einen Stillstand des Motors bewirkt. Dieser Wert ist stark temperaturabhängig.

$$M_H = k_M \cdot \left(\frac{U_N}{R} - I_o \right)$$

Reibungsdrehmoment M_R [mNm]

ist der durch Lager-, Bürsten- und Kommutatorreibung verursachte Drehmomentverlust bei Leerlauf.

$$M_R = k_M \cdot I_o$$

Drehzahlkonstante k_n [rpm/V]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Drehzahländerung zu Spannungsänderung unter konstanter Belastung beschreibt.

$$k_n = \frac{n_o}{U_N - I_o \cdot R} = \frac{1000}{k_E}$$

Generator-Spannungskonstante k_E [mV/rpm]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis zwischen induzierter Spannung und Drehzahl beschreibt.

$$k_E = \frac{2\pi \cdot k_M}{60}$$

Drehmomentkonstante k_M [mNm/A]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Motordrehmoment zum aufgenommenen Strom beschreibt.

$$k_I = \frac{1}{k_M}$$

Stromkonstante k_I [A/mNm]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Motorstrom zum Drehmoment beschreibt.

Steigung der n-M-Kennlinie $\Delta n / \Delta M$ [rpm/mNm]

beschreibt die Drehzahländerung bei Änderung des Drehmoments. Je kleiner dieser Wert, desto leistungsfähiger ist der Motor.

$$\frac{n}{M} = \frac{30000}{\pi} \cdot \frac{R}{k_M^2}$$

Anschlussinduktivität L [μ H]

ist die an den Motoranschlüssen bei 1 kHz gemessene Induktivität.

Mechanische Anlaufzeitkonstante τ_m [ms]

beschreibt die Zeit, die der Motor ohne Last benötigt, um vom Stillstand auf 63 % der Enddrehzahl zu kommen.

$$\tau_m = \frac{100 \cdot R \cdot J}{k_M^2}$$

Rotorträgheitsmoment J [gcm²]

beschreibt das Massenträgheitsmoment des Rotors.

Winkelbeschleunigung $\alpha_{\max.}$ [$\cdot 10^3$ rad/s²]

beschreibt die Beschleunigung bei Nennspannung ohne Last.

$$\alpha_{\max.} = \frac{M_H \cdot 10}{J}$$

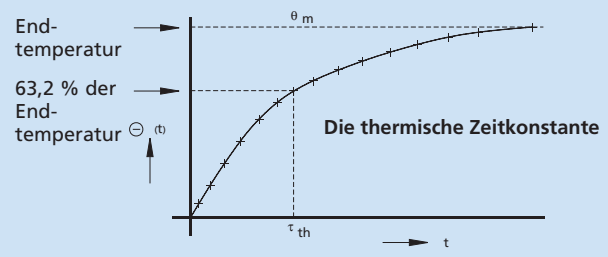
Wärmewiderstände R_{th1}/R_{th2} [K/W]

R_{th1} beschreibt den thermischen Übergangswiderstand zwischen Rotor und Gehäuse. R_{th2} beschreibt den thermischen Übergangswiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung.

Die angegebenen Werte gelten bei freistehendem Motor. Die Werte für R_{th2} können durch Einsatz eines Kühlkörpers und/oder Zwangsbelüftung verbessert werden.

Thermische Zeitkonstante τ_{w1}/τ_{w2} [s]

beschreibt die Zeit, die der Rotor bzw. Stator benötigt, um eine Temperatur von 63 % des endgültigen Wertes zu erreichen.



Betriebstemperaturbereich [°C]

bezeichnet die minimal und maximal zulässige Betriebstemperatur des Motors sowie die maximal zulässige Temperatur des Rotors.

Rotorwellenlagerung

gibt an, mit welchen Lagern die Motoren ausgerüstet sind.

Wellenbelastung, max. zulässig [N]

Die max. zulässige Wellenbelastung bei angegebenem Wellendurchmesser. Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine alleinige Belastung des abtriebsseitigen Wellenendes. Die Werte für Belastung und Lebensdauer von Motoren mit Kugellagern entsprechen den üblichen Herstellerangaben.

DC-Kleinstmotoren

Technische Informationen

Wellenspiel [mm]

bezeichnet das radiale und axiale Wellenspiel des Motors.

Gehäusematerial

bezeichnet den Werkstoff des Motorgehäuses mit Angabe der Oberflächenbehandlung.

Gewicht [g]

ist das Gesamtgewicht des Motors.

Drehrichtung

bezeichnet die Drehrichtung der Abtriebswelle vom Wellenende auf die Abtriebsseite des Motors gesehen, bei Pluspol an mit + bezeichneter Anschlussfahne. Die Drehrichtung der Motoren ist reversibel. Bei Sonderausführungen ist die Spezifikation zu beachten.

Empfohlene Werte

Nachstehend sind die maximal empfohlenen Werte für Dauerbetrieb zur Erreichung einer optimalen Lebensdauer aufgeführt. Die Werte sind unabhängig voneinander. Sie reduzieren sich bei thermischer Isolierung bzw. erhöhter Umgebungstemperatur und erhöhen sich bei zusätzlichen Wärmeabfuhrmaßnahmen.

Drehzahl $n_{e \max.}$ [rpm]

bezeichnet die maximal empfohlene Betriebsdrehzahl.

Dauerdrehmoment $M_{e \max.}$ [mNm]

bezeichnet das maximal empfohlene Drehmoment.

Auswahl des geeigneten DC-Kleinstmotors

Dieses Kapitel beschreibt Schritt für Schritt, wie bei der Auswahl des geeigneten Motors vorzugehen ist. Die Vorgangsweise erlaubt die Berechnung der Parameter für die Erstellung eines Diagramms mit den wichtigsten Motorkennlinien. Diese Kennlinien zeigen das Verhalten des Motors. Um die Berechnung zu vereinfachen, wird in diesem Beispiel von Dauerbetrieb und optimaler Lebensdauer ausgegangen. Der Einfluss von Temperatur und Toleranzen bleibt unberücksichtigt.

Anwendungsdaten:

Die für jede Anwendung wesentlichen Daten sind:

Erforderliches Drehmoment	M	[mNm]
Erforderliche Drehzahl	n	[rpm]
Einschaltdauer	δ	[%]
Max. verfügbare Versorgungsspannung	U	[V DC]
Max. verfügbarer Strom	I	[A]
Max. verfügbarer Platz	Durchm./Länge	[mm]
Wellenbelastung	radial/axial	[N]

Das vorliegende Beispiel geht von folgenden Anwendungsdaten aus:

Abtriebsdrehmoment	M	= 3	mNm
Drehzahl	n	= 5 500	rpm
Einschaltdauer	δ	= 100	%

Versorgungsspannung	U	= 20	V DC
Strom, max.	I	= 0,5	A
Max. verfügbarer Platz	Durchm.	= 25	mm
	Länge	= 50	mm
Wellenbelastung	radial	= 1,0	N
	axial	= 0,2	N

Vorauswahl

Der erste Schritt besteht darin, die vom Motor erwartete Leistung zu berechnen:

$$P_2 = M \cdot n \cdot \frac{\pi}{30 \cdot 1000} \quad [\text{W}]$$

$$P_2 = 3 \cdot 5500 \cdot \frac{\pi}{30 \cdot 1000} = 1,73 \quad \text{W}$$

Dann wird ein Motor aus dem Katalog gewählt, dessen Abgabeleistung [$P_{2 \max.}$] etwa 1,5 bis 2 mal höher ist als der errechnete Wert und dessen Nennspannung ebenso hoch oder höher ist als in den Anwendungsdaten gefordert. Die physikalischen Abmessungen (Durchmesser und Länge) des ausgewählten Motors dürfen nicht größer sein als der für die Anwendung verfügbare Platz.

$$P_{2 \max.} \geq P_2 \quad U_N \geq U$$

Für diese spezielle Anwendung wurde aus dem Katalog der **Motor 2233 T 024 S** mit den folgenden Daten gewählt:

Nennspannung	U_N	= 24	V DC	
Max. Abgabeleistung	$P_{2 \max.}$	= 2,47	W	
Abmessungen:	Durchmesser	\emptyset	= 22	mm
	Länge	L	= 33	mm
Max. Wellenbelastung:	radial	= 1,2	N	
	axial	= 0,2	N	
Leerlaufstrom	I_0	= 0,005	A	
Leerlaufdrehzahl	n_0	= 8 800	rpm	
Anhaltmoment	M_H	= 10,70	mNm	

Achtung:

Liegt die verfügbare Versorgungsspannung unter der Nennspannung des ausgewählten DC-Motors, muss die maximale Abgabeleistung [$P_{2 \max.}$] wie folgt berechnet werden:

$$P_{2 \max.} = \frac{R}{4} \cdot \left(\frac{U_N}{R} - I_0 \right)^2 \quad [\text{W}]$$

$$P_{2 \max.} (20 \text{ V}) = \frac{57}{4} \cdot \left(\frac{20}{57} - 0,005 \right)^2 = 1,70 \quad \text{W}$$

Optimierung des Betriebspunktes

Um Betrieb und Lebensdauer des Motors zu optimieren, muss die gewünschte Drehzahl [n] bei Nennspannung gleich oder höher sein als die halbe Leerlaufdrehzahl [n_0], und das Lastmoment [M] muss gleich oder niedriger sein als die Hälfte des Anhaltmoments [M_H].

$$n \geq \frac{n_0}{2} \quad M \leq \frac{M_H}{2}$$

Der Motor **2233 T 024 S** zeigt, dass die Parameter die gestellten Forderungen erfüllen.

$$n (5\,500\text{ rpm}) \geq \frac{n_o}{2} \quad \text{größer als} \quad \frac{8\,800}{2} = 4\,400 \text{ rpm}$$

$$M (3\text{ mNm}) \leq \frac{M_H}{2} \quad \text{kleiner als} \quad \frac{10,70}{2} = 5,35 \text{ mNm}$$

Dieser Motor ist eine gute erste Wahl und sollte für die vorliegende Anwendung getestet werden. Ist die geforderte Drehzahl niedriger als die halbe Leerlaufdrehzahl [n_o] und liegt das Lastmoment [M] unter dem halben Anhaltmoment [M_H], sollte der Motor mit der nächsthöheren Spannung gewählt werden. Wenn das geforderte Drehmoment [M] erfüllt, die geforderte Drehzahl [n] jedoch niedriger ist als die halbe Leerlaufdrehzahl [n_o], sollte ein Motor mit niedrigerer Spannung oder kleineren Gehäuseabmessungen gewählt werden. Liegt die geforderte Drehzahl deutlich unter der halben Leerlaufdrehzahl und/oder ist das Lastmoment [M] größer als das halbe Anhaltmoment [M_H], sollte ein Getriebe benutzt oder ein Motor mit größeren Abmessungen gewählt werden.

Leistungskennlinien bei Nennspannung (24 V DC)

Eine graphische Darstellung der Motorkennlinien erhält man durch Berechnung des Haltestroms [I] und des Drehmoments [M] bei maximalem Wirkungsgrad [M_{opt}]. Alle anderen Parameter sind direkt dem Datenblatt für den ausgewählten Motor zu entnehmen.

Haltestrom

$$I = \frac{U_H}{R} \quad [\text{A}]$$

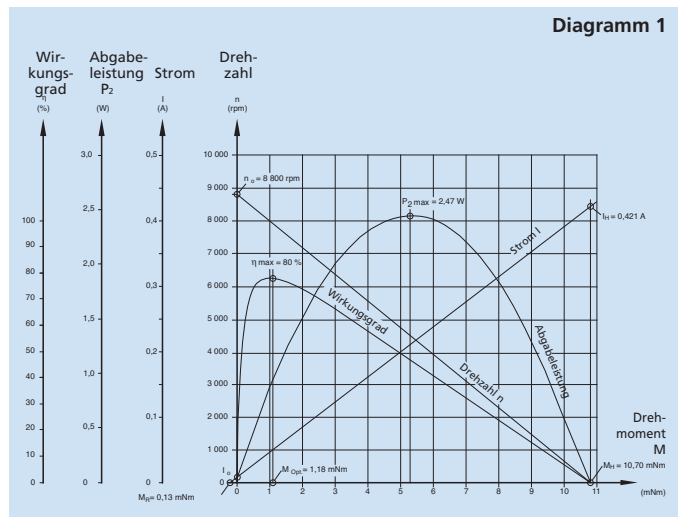
$$I = \frac{24}{57} = 0,421 \text{ A}$$

Drehmoment bei maximalem Wirkungsgrad

$$M_{opt} = \sqrt{M_H \cdot M_R} \quad [\text{mNm}]$$

$$M_{opt} = \sqrt{10,70 \cdot 0,13} = 1,18 \text{ mNm}$$

Jetzt können die Motorkennlinien graphisch dargestellt werden (Diagramm 1).



Berechnung der wichtigsten Parameter

In der vorliegenden Anwendung ist die verfügbare Versorgungsspannung niedriger als die Nennspannung des ausgewählten Motors. Die Berechnung unter Last wird deshalb mit 20 V DC ausgeführt.

Leerlaufdrehzahl n_o bei 20 V DC

$$n_o = \frac{U - (I_o \cdot R)}{k_E} \cdot 1\,000 \quad [\text{rpm}]$$

ergibt nach Einsatz der Werte für

Versorgungsspannung	U	= 20	V DC
Anschlusswiderstand	R	= 57	
Leerlaufstrom	I_o	= 0,005	A
Generator-Spannungskonstante	k_E	= 2,690	mV/rpm

$$n_o = \frac{20 - (0,005 \cdot 57)}{2,690} \cdot 1\,000 = 7\,329 \text{ rpm}$$

Haltestrom I_H

$$I_H = \frac{U}{R} \quad [\text{A}]$$

$$I_H = \frac{20}{57} = 0,351 \text{ A}$$

Anhaltmoment M_H

$$M_H = k_M (I_H - I_o) \quad [\text{mNm}]$$

ergibt nach Einsatz der Werte für

Drehmomentkonstante	k_M	= 25,70	mNm/A
---------------------	-------	---------	-------

$$M_H = 25,70 (0,351 - 0,005) = 8,89 \text{ mNm}$$

DC-Kleinstmotoren

Technische Informationen

Maximale Leistung $P_{2 \max}$.

$$P_{2 \max} = \frac{R}{4} \cdot \left(\frac{U_N}{R} - I_0 \right)^2 \quad [\text{W}]$$

$$P_{2 \max}(20 \text{ V}) = \frac{57}{4} \cdot \left(\frac{20}{57} - 0,005 \right)^2 = 1,70 \text{ W}$$

Maximaler Wirkungsgrad η_{\max} .

$$\eta_{\max} = \left(1 - \sqrt{\frac{I_0}{I_H}} \right)^2 \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\eta_{\max} = \left(1 - \sqrt{\frac{0,005}{0,351}} \right)^2 \cdot 100 = 77,6 \quad \%$$

Drehmoment bei maximalem Wirkungsgrad ist:

$$M_{\text{opt}} = \sqrt{M_H \cdot M_R} \quad [\text{mNm}]$$

Nach Einsatz der Werte für

Reibungsdrehmoment	M_R	=	0,13	mNm
und				
Anhaltmoment bei 20 V DC	M_H	=	8,91	mNm

$$M_{\text{opt}} = \sqrt{8,91 \cdot 0,13} = 1,08 \text{ mNm}$$

Berechnung des Betriebspunktes bei 20 V DC

Unter Berücksichtigung des Drehmoments ($M=3 \text{ mNm}$) am Arbeitspunkt können I , n , P_2 und η wie folgt berechnet werden:

Strom am Betriebspunkt

$$I = \frac{M + M_R}{k_M} \quad [\text{A}]$$

$$I = \frac{3 + 0,13}{25,70} = 0,122 \text{ A}$$

Drehzahl am Betriebspunkt

$$n = \frac{U - R \cdot I}{k_E} \cdot 1000 \quad [\text{rpm}]$$

$$n = \frac{20 - 57 \cdot 0,122}{2,690} \cdot 1000 = 4841 \text{ rpm}$$

Leistung am Betriebspunkt

$$P_2 = M \cdot n \cdot \frac{\pi}{30 \cdot 1000} \quad [\text{W}]$$

$$P_2 = 3 \cdot 4841 \cdot \frac{\pi}{30 \cdot 1000} = 1,52 \text{ W}$$

Wirkungsgrad am Betriebspunkt

$$\eta = \frac{P_2}{U \cdot I} \cdot 100 \quad [\%]$$

$$\eta = \frac{1,52}{20 \cdot 0,122} \cdot 100 = 62,3 \quad \%$$

Im vorliegenden Beispiel entspricht die errechnete Drehzahl am Arbeitspunkt nicht der geforderten Drehzahl, deshalb muss die Versorgungsspannung geändert und die Berechnung wiederholt werden.

Versorgungsspannung am Betriebspunkt

Der genaue Wert für die Versorgungsspannung am Betriebspunkt ergibt sich nun aus folgender Gleichung:

$$U = R \cdot I + k_E \cdot n \cdot 10^{-3}$$

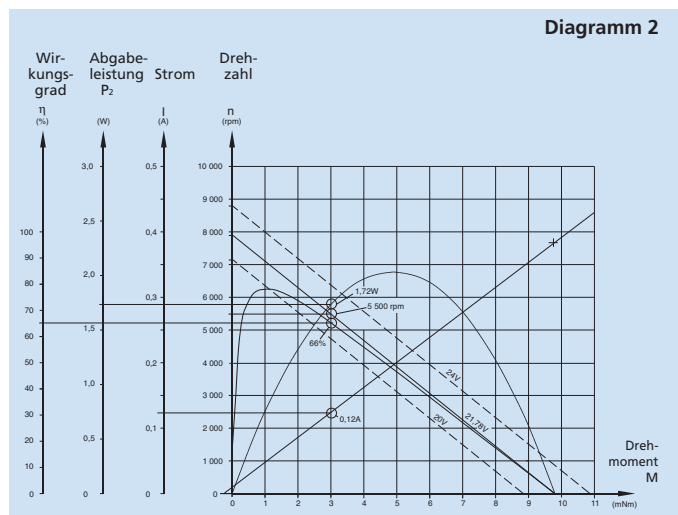
$$U = 57 \cdot 0,122 + 2,695 \cdot 5500 \cdot 10^{-3} = 21,78 \text{ V DC}$$

Zusammenfassend sind die Parameter im vorliegenden Beispiel wie folgt:

Versorgungsspannung	U	=	21,78	V DC
Drehzahl	n	=	5500	rpm
Nennmoment	M_N	=	3	mNm
Strom	I	=	0,12	A
Leistung	P_2	=	1,72	W
Wirkungsgrad	η	=	66	%

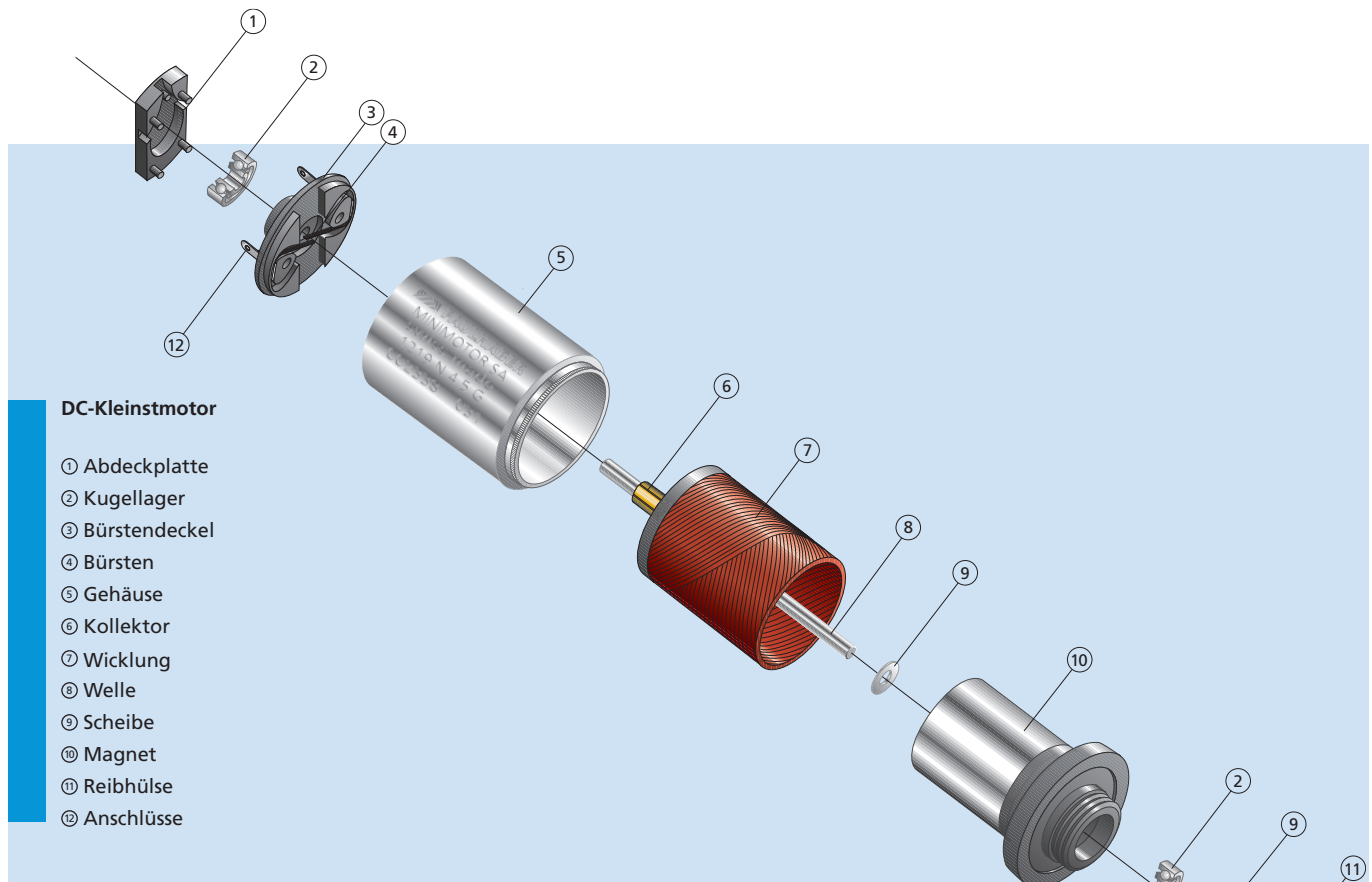
Motorkennlinien

Für ein bestimmtes Drehmoment können die verschiedenen Parameter aus dem Diagramm 2 abgelesen werden. Um die Berechnung zu vereinfachen, wurde der Einfluss von Temperatur und Toleranz bewusst außer Acht gelassen. In bestimmten Fällen sollte der Einfluss der Temperatur jedoch berücksichtigt werden.



DC-Kleinstmotoren

Edelmetallkommutierung



DC-Kleinstmotor

- ① Abdeckplatte
- ② Kugellager
- ③ Bürstendeckel
- ④ Bürsten
- ⑤ Gehäuse
- ⑥ Kollektor
- ⑦ Wicklung
- ⑧ Welle
- ⑨ Scheibe
- ⑩ Magnet
- ⑪ Reibhülse
- ⑫ Anschlüsse

Funktion

Im Wesentlichen unterscheiden sich FAULHABER DC-Motoren von herkömmlichen DC-Motoren durch den Rotor. Dieser ist nicht auf einen Eisenkern gewickelt, sondern besteht aus einer freitragenden, in Schrägwicklung hergestellten Kupferspule. Federleicht, überzeugt der Rotor durch äußerst geringes Trägheitsmoment und rastmomentfreien Lauf. Darin liegt die einzigartige Dynamik der FAULHABER Motoren begründet. Bei Motoren mit kleiner Leistung haben sich Edelmetall-Kommutierungssysteme wegen ihres geringen Übergangswiderstandes bestens bewährt.

Die edelmetallkommutierten Motoren von FAULHABER reichen von 6 bis 22 mm Durchmesser. FAULHABER Antriebssysteme werden ergänzt durch eine umfangreiche Auswahl an Standardkomponenten wie hochauflösende Encoder, Präzisionsgetriebe und Steuerungen. FAULHABER ist spezialisiert auf die Modifikation der Antriebe für die besonderen Anforderungen der Kundenapplikationen. Zu den gängigen Anpassungen zählen Vakuumtauglichkeit, Erweiterungen des Temperaturbereichs, modifizierte Wellen, zusätzliche Spannungstypen, kundenspezifische Anschlüsse und Stecker und vieles mehr.

Nutzen und Vorteile

- Sehr gut geeignet für Batteriebetrieb, z. B. in tragbaren Geräten
- Rastmomentfrei
- Extrem niedrige Stromaufnahme – niedrige Anlaufspannung
- Hohe Dynamik dank minimalem Rotorträgheitsmoment
- Leicht und kompakt
- Präziser Gleichlauf
- Einfache Regelung durch lineare Charakteristik

Produktkennzeichnung

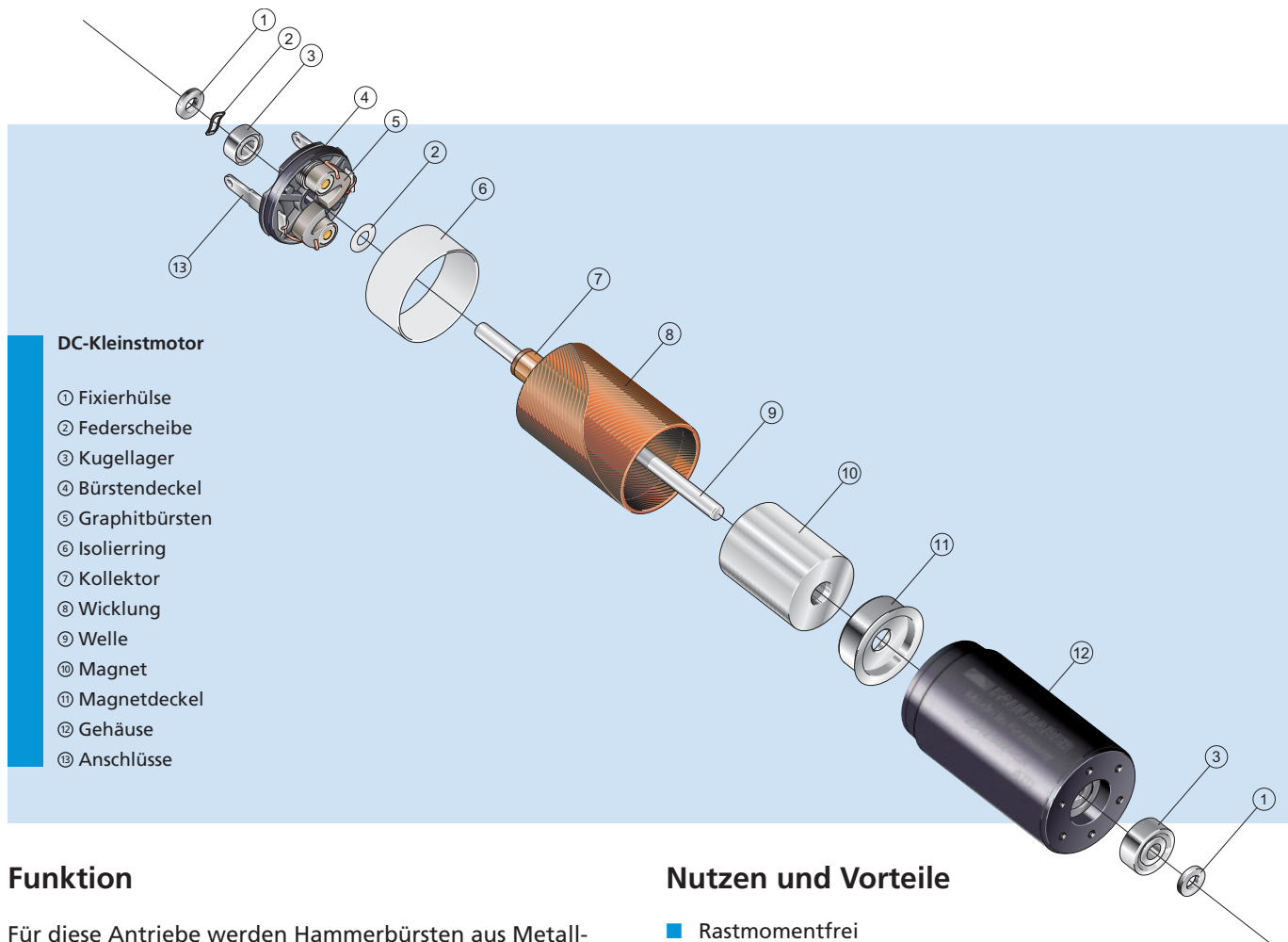


- 12 Motordurchmesser [mm]
- 19 Motorlänge [mm]
- N Abtriebsart
- 012 Nennspannung [V]
- G Kommutierungsart (Edelmetall)

12 19 N 012 G

DC-Kleinstmotoren

Graphitkommutierung



DC-Kleinstmotor

- ① Fixierhülse
- ② Federscheibe
- ③ Kugellager
- ④ Bürstendeckel
- ⑤ Graphitbürsten
- ⑥ Isolierring
- ⑦ Kollektor
- ⑧ Wicklung
- ⑨ Welle
- ⑩ Magnet
- ⑪ Magnetdeckel
- ⑫ Gehäuse
- ⑬ Anschlüsse

Funktion

Für diese Antriebe werden Hammerbürsten aus Metallgraphit und mehrteilige Kupferkommutatoren verwendet. So erzielen Motoren mit größerer Leistung auch bei extremer Belastung hohe Lebensdauerwerte.

Für kundenspezifische Anforderungen stehen eine Vielzahl von Anpassungsmöglichkeiten und Sonderausführungen zur Verfügung.

FAULHABER Motoren mit Graphitbürsten sind erhältlich von 13 bis 38 mm Durchmesser. FAULHABER Antriebssysteme werden ergänzt durch eine umfangreiche Auswahl an Standardkomponenten wie hochauflösende Encoder, Präzisionsgetriebe und Steuerungen. FAULHABER ist spezialisiert auf die Modifikation der Antriebe für die besonderen Anforderungen der Kundenapplikationen. Zu den gängigen Anpassungen zählen Vakuumtauglichkeit, Erweiterungen des Temperaturbereichs, modifizierte Wellen, zusätzliche Spannungstypen, kundenspezifische Anschlüsse und Stecker und vieles mehr.

Nutzen und Vorteile

- Rastmomentfrei
- Sehr hohe Leistungsdichte
- Hohe Dynamik dank minimalem Rotorträgheitsmoment
- Leicht und kompakt
- Präziser Gleichlauf
- Einfache Regelung durch lineare Charakteristik

Produktkennzeichnung

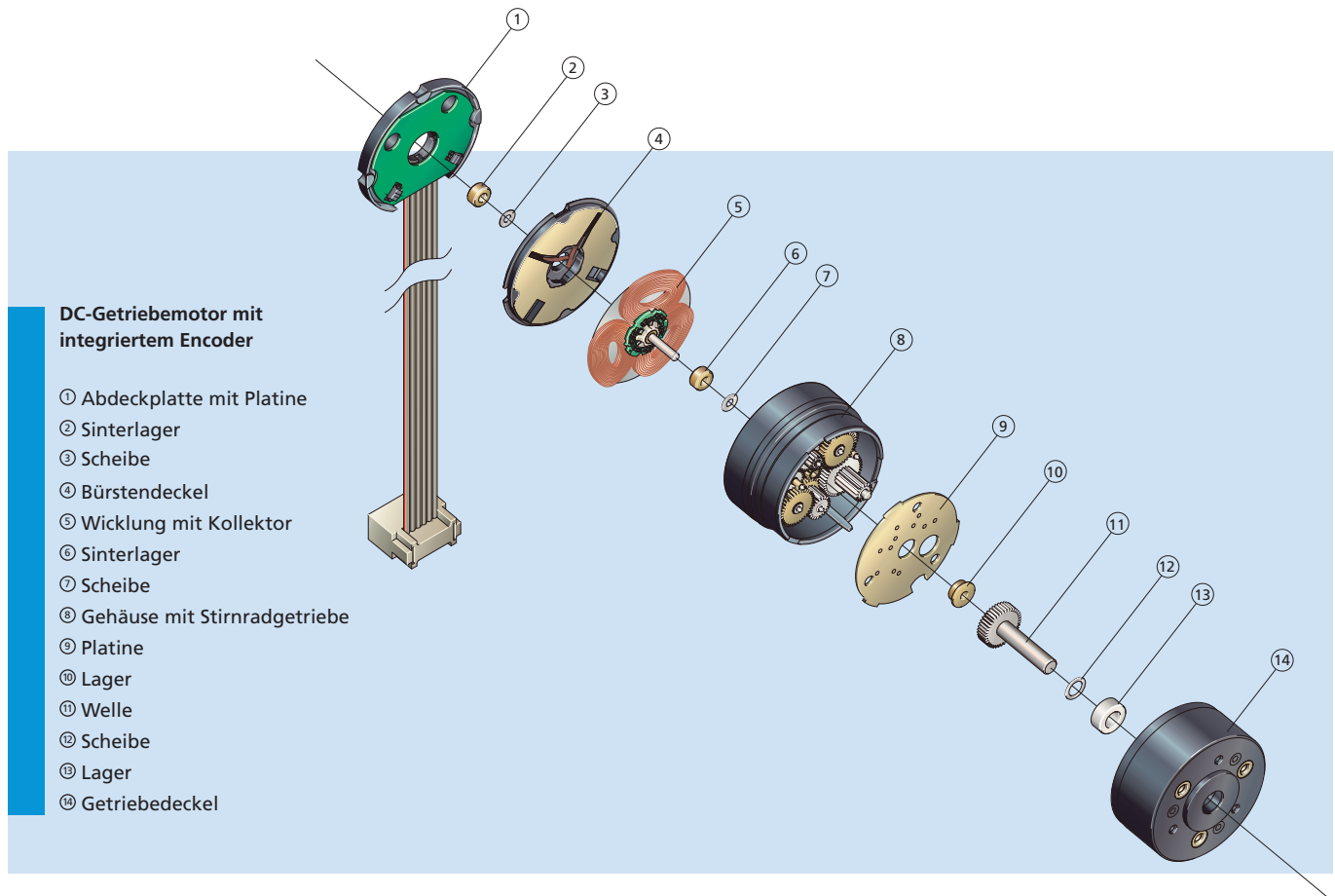


23	Motordurchmesser [mm]
42	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
C	Kommutierungsart (Graphit)
R	Ausführung (Seltenerd-Magnet)

2342 S 024 CR

DC-Flachmotoren

Edelmetallkommutierung



Funktion

Das Herzstück von jedem DC-Flachmotor ist der eisenlose Rotor mit seinen drei flachen freitragenden Kupferspulen. Mit minimalem Trägheitsmoment rotiert dieser in einem axial gerichteten Magnetfeld.

Die passenden Untersetzungsgetriebe sind die ideale Leistungsanpassung zwischen Last und Motor, durch Reduktion der hohen Motordrehzahl, bei gleichzeitiger Steigerung des Abtriebmoments.

FAULHABER ist spezialisiert auf die Modifikation der Antriebe für die besonderen Anforderungen der Kundenapplikationen. Zu den gängigen Anpassungen zählen Vakuumtauglichkeit, Erweiterungen des Temperaturbereichs, modifizierte Wellen, zusätzliche Spannungstypen, kundenspezifische Anschlüsse und Stecker und vieles mehr.

Nutzen und Vorteile

- Rastmomentfrei
- Extrem niedrige Stromaufnahme – niedrige Anlaufspannung
- Hohe Dynamik dank minimalem Rotorträgheitsmoment
- Leicht und kompakt
- Präziser Gleichlauf
- Einfache Regelung durch lineare Charakteristik

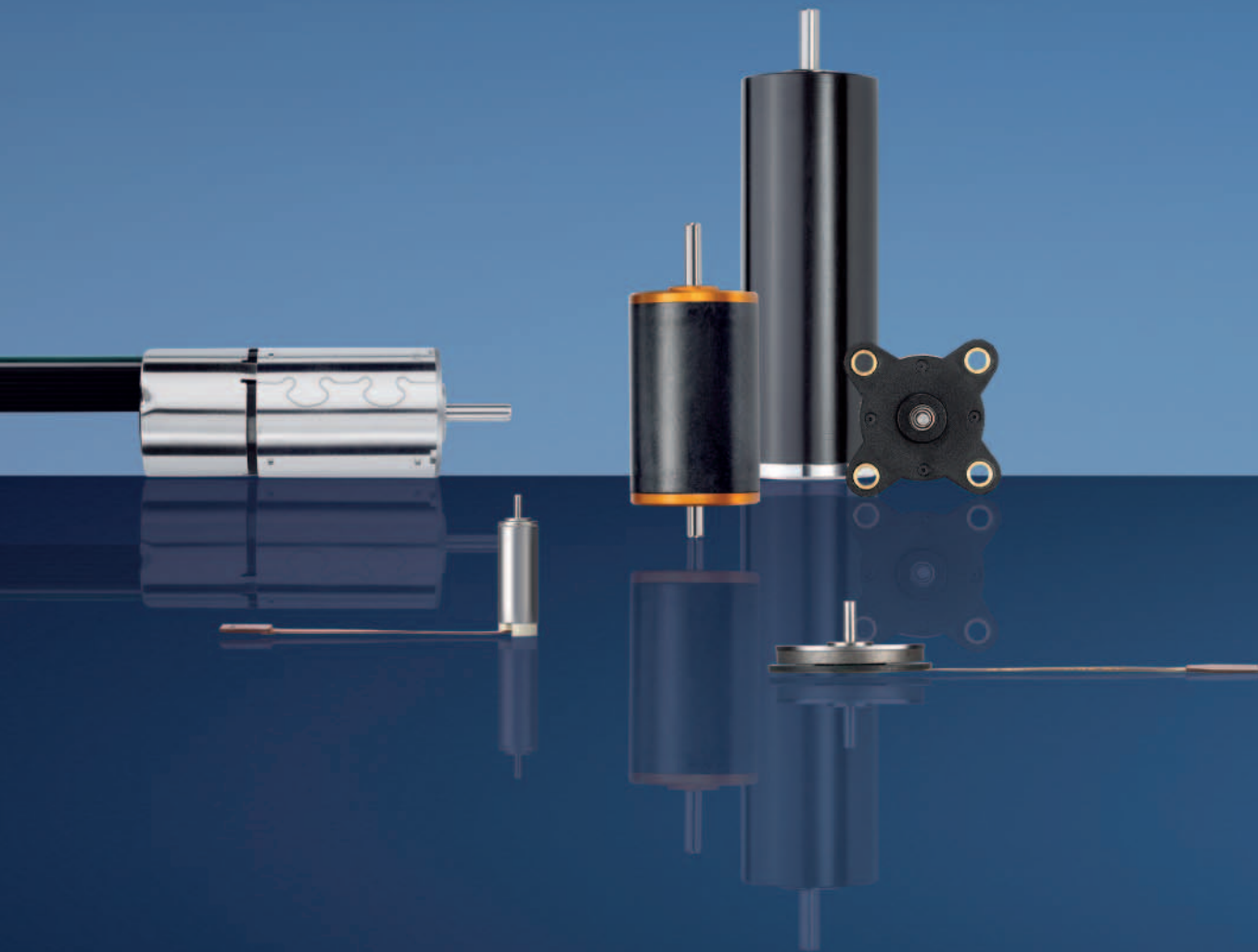
Produktkennzeichnung



26	Motordurchmesser [mm]
19	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
012	Nennspannung [V]
S	Kommutierungsart (Edelmetall)
R	Ausführung (Seltenerd-Magnet)

2619 S 012 SR

Bürstenlose DC-Motoren



Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Bürstenlose DC-Servomotoren	
Serie 1628 ... B	
	1628 T
1 Nennspannung	U_N
2 Anschlusswiderstand, Phase-Phase	R
3 Abgabeleistung ¹⁾	$P_{2 \max}$
4 Wirkungsgrad	η_{\max}
5 Leerlaufdrehzahl	
6 Leerlaufstrom	

Erläuterungen zu den Datenblättern

Die Lebensdauer der bürstenlosen DC-Servomotoren ist grundsätzlich durch die Lebensdauer der Kugellager und der eingesetzten Elektronikkomponenten begrenzt. Eine durchschnittliche Lebensdauer von mehr als 10 000 Stunden ist dann zu erwarten, wenn die Motoren bei den in den Datenblättern empfohlenen Werten betrieben werden.

Alle Werte bei 22 °C Umgebungstemperatur.
Die Angaben beziehen sich auf Nennspannung, Motor ohne Last.

Nennspannung U_N [Volt]

ist die an den Motorphasen anliegende Spannung, und entspricht einer bipolaren Versorgung einer mit Rechtecksignalen um 120° phasenverschobenen Kommutierungslogik. Die Definition der Nenndaten ist von der Nennspannung abhängig.

Nennspannung bedeutet nicht Betriebsspannung.

Die Betriebsspannung wird entsprechend der gewünschten Drehzahl und dem Drehmoment gewählt, wobei die empfohlenen Werte zu beachten sind.

Anschlusswiderstand, Phase-Phase R [Ω] ± 12 %

ist der zwischen jeweils zwei Motorphasen gemessene Widerstand. Der Wert ist direkt von der Spulentemperatur abhängig (Temperaturkoeffizient: $\alpha_{22} = 0,004 \text{ K}^{-1}$).

Abgabeleistung $P_{2 \max}$ [W]

ist die maximale vom Motor im Dauerbetrieb abgegebene mechanische Leistung bei angegebener Drehzahl.

$$P_{2 \max} = \frac{\pi}{30\,000} \cdot n \cdot (k_M \cdot I_{e \max} - C_o - C_v \cdot n)$$

Wirkungsgrad η_{\max} [%]

beschreibt das Verhältnis zwischen der aufgenommenen elektrischen und der abgegebenen mechanischen Leistung. Der angegebene maximale Wirkungsgrad wird bei Nennspannung erreicht.

Dieser Punkt ist jedoch nicht in jedem Fall auch der optimale Arbeitspunkt des Motors. Der Gesamtwirkungsgrad wird durch die vorgeschaltete Elektronik mitbestimmt.

Leerlaufdrehzahl n_o [rpm] ± 12 %

ist die Drehzahl des Motors bei Nennspannung ohne Last.

$$n_o = (U_N - I_o \cdot R) \cdot \frac{1\,000}{k_E}$$

Leerlaufstrom I_o [A] ± 50 %

ist die Stromaufnahme des Motors bei Nennspannung ohne Last. Der Wert ist temperaturabhängig und kann bei Motoren mit unterschiedlichen Schmiermitteln variieren.

$$I_o = \frac{C_o + C_v \cdot n_o}{k_M}$$

Anhaltmoment M_H [mNm]

ist das Moment, das aus der Bewegung heraus bei Nennspannung einen Stillstand des Motors bewirkt.

Dieser Wert ist stark temperaturabhängig.

$$M_H = k_M \cdot \frac{U_N}{R} - C_o$$

Reibungsdrehmoment C_o [mNm]

ist die Summe der Drehmomentverluste. Dieses Moment entsteht durch mechanische Reibung der Kugellager und magnetische Hysterese des Stators.

Dynamischer Reibungskoeffizient C_v [$\cdot 10^{-5}$ mNm/rpm]

gibt den Drehmomentverlust proportional zur Drehzahl an. Dieses Moment wird sowohl durch den Reibungskoeffizient der Kugellager als auch durch die Wirbelströme im Stator bestimmt, die von dem umlaufenden Drehfeld des Magneten erzeugt werden.

Drehzahlkonstante k_n [rpm/V]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Drehzahländerung zu Spannungsänderung unter konstanter Belastung beschreibt.

$$k_n = \frac{n_o}{U_N - I_o \cdot R} = \frac{1\,000}{k_E}$$

Generator-Spannungskonstante k_E [mV/rpm]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis zwischen induzierter Spannung und Drehzahl beschreibt.

$$k_E = \frac{2\pi \cdot k_M}{60}$$

Drehmomentkonstante k_M [mNm/A]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Motordrehmoment zum aufgenommenen Strom beschreibt.

Stromkonstante k_I [A/mNm]

ist die Motorkonstante, die das Verhältnis von Motorstrom zum Drehmoment beschreibt.

$$k_I = \frac{1}{k_M}$$

Steigung der n-M-Kennlinie $\Delta n/\Delta M$ [rpm/mNm]

beschreibt die Drehzahländerung bei Änderung des Drehmoments. Je kleiner dieser Wert, desto leistungsfähiger ist der Motor.

$$\frac{n}{M} = \frac{30\,000}{\pi} \cdot \frac{R}{k_M^2}$$

Induktivität zwischen den Phasen L [μH]

ist die bei 1 kHz zwischen zwei Phasen gemessene Induktivität.

Mechanische Anlaufzeitkonstante τ_m [ms]

beschreibt die Zeit, die der Motor ohne Last benötigt, um vom Stillstand auf 63 % der Enddrehzahl zu kommen.

$$\tau_m = \frac{100 \cdot R \cdot J}{k_M^2}$$

Rotorträgheitsmoment J [gcm²]

beschreibt das Massenträgheitsmoment des Rotors.

Winkelbeschleunigung $\alpha_{\max.}$ [$\cdot 10^3 \text{ rad/s}^2$]

beschreibt die Beschleunigung bei Nennspannung ohne Last.

$$\alpha_{\max.} = \frac{(U_N/R) \cdot k_M - C_o}{J} \cdot 10$$

Wärmewiderstände R_{th1} / R_{th2} [K/W]

R_{th1} beschreibt den thermischen Übergangswiderstand zwischen Spule und Gehäuse.

R_{th2} beschreibt den thermischen Übergangswiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung. Bei guter Kühlung (z.B. R_{th2} um 55 % reduziert) ist der Motor leistungsfähiger als ein Motor, der nicht zusätzlich gekühlt wird.

Ist die Umgebungstemperatur höher als 22 °C und / oder ist der Motor thermisch isoliert betrieben, dann ist das zulässige Dauerdrehmoment geringer.

Thermische Zeitkonstante τ_{w1} / τ_{w2} [s]

beschreibt die Zeit, die der Rotor bzw. Stator benötigt, um eine Temperatur von 63 % des endgültigen Wertes zu erreichen.

Betriebstemperaturbereich [°C]

bezeichnet die minimal und maximal zulässige Betriebstemperatur des Motors.

Wellenlagerung

gibt an, mit welchen Lagern die Motoren ausgerüstet sind.

Wellenbelastung, max. zulässig [N]

gibt die Werte für eine Lebensdauer des Motors von 20000 Stunden an. Sie entsprechen den Herstellerangaben. Die radiale Belastung ist die maximale Kraft, die auf die Mitte des freien Wellendes (Standardausführung) einwirken darf. Der Wert ist drehzahlabhängig.

Wellenspiel [mm]

bezeichnet das radiale und axiale Wellenspiel des Motors.

Gehäusematerial

bezeichnet den Werkstoff des Motorgehäuses, mit Angabe des Oberflächenschutzes.

Gewicht [g]

ist das Gesamtgewicht des Motors.

Drehrichtung

Die Drehrichtung wird durch die Ansteuerungselektronik bestimmt. Die Drehrichtung der Motoren ist reversibel.

Empfohlene Werte

Nachstehend sind die maximal empfohlenen Werte für Dauerbetrieb zur Erreichung einer optimalen Lebensdauer aufgeführt.

Diese Werte sind unabhängig voneinander einzuhalten.

Das Dauerdrehmoment ($M_{e \max.}$) und der Dauerstrom ($I_{e \max.}$) sind mit dem Wärmewiderstand R_{th2} um 55 % reduziert angegeben und erfordern entsprechende Kühlmaßnahmen, die ein Überschreiten der maximal zulässigen Betriebstemperatur verhindern.

Drehzahl $n_{e \max.}$ [rpm]

bezeichnet die maximal empfohlene Betriebsdrehzahl. Sie wird begrenzt durch die Wirbelströme, die durch das magnetische Drehfeld im Stator entstehen. Der angegebene Wert ist bei 2/3 der maximal zulässigen Motortemperatur errechnet und gerundet.

$$n_{e \max.} = \sqrt{\frac{C_o^2}{4 \cdot C_v^2} + \frac{30\,000 \cdot (T_{83} - T_{22})}{\pi \cdot 0,45 \cdot R_{th2} \cdot C_v}} - \frac{C_o}{2 \cdot C_v}$$

Dauerdrehmoment $M_{e \max.}$ [mNm]

bezeichnet das maximal empfohlene Drehmoment, unter Berücksichtigung der zulässigen Motortemperatur.

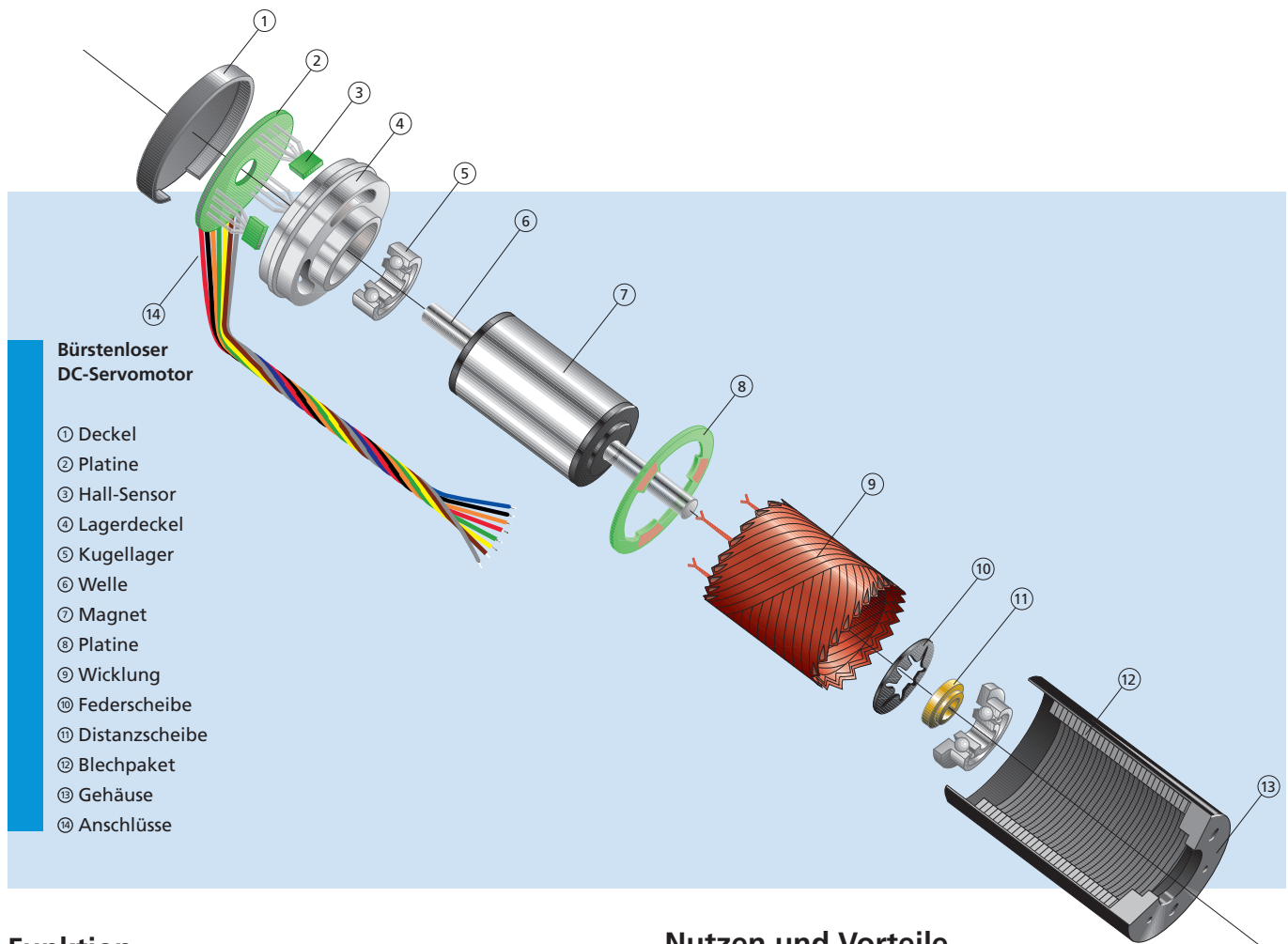
$$M_{e \max.} = k_M \cdot I_{e \max.} - C_o - C_v \cdot n$$

Thermisch zulässiger Dauerstrom $I_{e \max.}$ [A]

bezeichnet den maximal zulässigen Strom, unter Berücksichtigung der zulässigen Motortemperatur.

$$I_{e \max.} = \sqrt{\frac{T_{125} - T_{22} - \frac{\pi}{30\,000} \cdot n \cdot 0,45 \cdot R_{th2} \cdot (C_o + C_v \cdot n)}{R \cdot (1 + \alpha_{22} \cdot (T_{125} - T_{22})) \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2})}}$$

Bürstenlose DC-Servomotoren



Funktion

Die bürstenlosen DC-Servomotoren von FAULHABER sind konstruiert für extreme Einsatzbedingungen, überall da, wo hohe Zuverlässigkeit, präzise Funktion und lange Lebensdauer gefragt sind. Bemerkenswert sind die ruhigen Laufeigenschaften und der besonders niedrige Geräuschpegel. Der Seltenerd magnet des Rotors und die FAULHABER Schrägwicklung verleihen diesen Motoren höchste Leistung und Dynamik, bei kleinem Bauvolumen.

Diese Baureihe ist auch in sterilisierbarer Ausführung erhältlich und eignet sich z. B. ideal für Anwendungen im labor- und medizintechnischen Apparatebau.

Sterilisierbedingungen

- Temperatur 134 °C ± 2 °C
- Druck 2,1 bar
- Relative Feuchtigkeit 100 %
- Zyklusdauer bis 20 Minuten
- Mindestens 100 Zyklen möglich

Nutzen und Vorteile

- Eisenlose Spulentechnologie, System FAULHABER®
- Hohe Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer
- Breiter linearer Drehzahl-/Drehmoment-Bereich
- Keine Funkenbildung
- Kein Rastmoment
- Dynamisch gewuchteter Rotor, ruhiger Lauf
- Einfache Konstruktion
- Standardmäßig mit digitalen, optional mit analogen Hall-Sensoren

Produktkennzeichnung

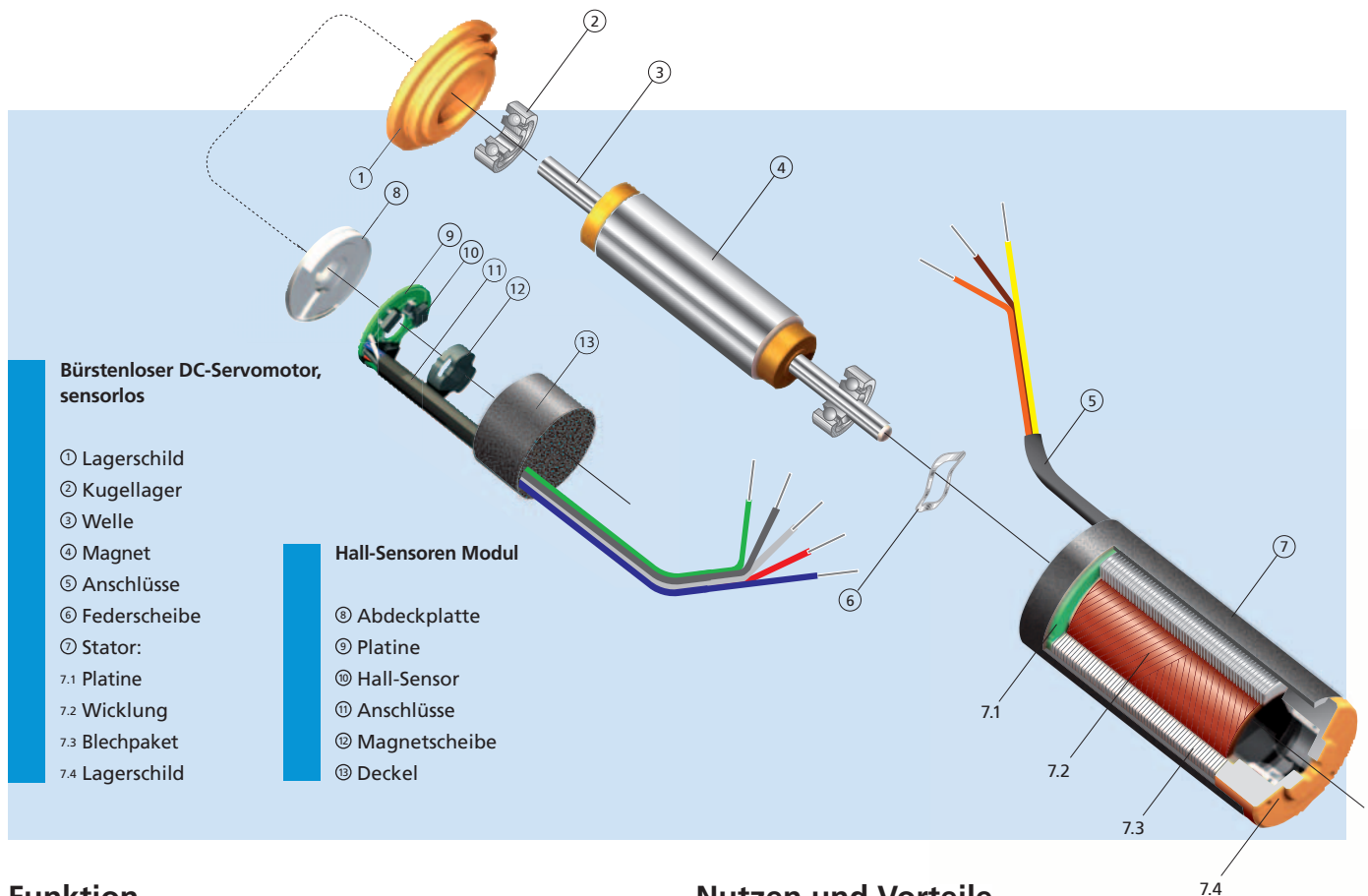


24	Motordurchmesser [mm]
44	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
B	Kommutierungsart (bürstenlos)

2444 S 024 B

Bürstenlose DC-Servomotoren

Sensorlos, SMARTSHELL® Technologie



Funktion

Die selbsttragende Spule mit Schrägwicklung, System FAULHABER®, die Platine, das laminierte Blechpaket und das vordere Lagerschild sind bei den sensorlosen bürstenlosen DC-Servomotoren der Serie SMARTSHELL® eine Einheit und werden in Spritzgusstechnik mit einem, über herausragende mechanische und thermische Eigenschaften verfügenden Kunststoff (Flüssigkristallpolymer – FKP/LCP), zusammengefügt.

Die Designkonzeption im Baukastensystem erlaubt die Kombination der SMARTSHELL® Motoren mit einer großen Auswahl an Präzisiongetrieben. Das Anbringen eines Sensor-Moduls am hinteren Ende des Motors ermöglicht die Anwendung der Optionen BDS (Brushless Digital Sensors = bürstenlose Digitalsensoren) und BAS (Brushless Analog Sensors = bürstenlose Linearsensoren) mit der entsprechenden Steuerelektronik.

Nutzen und Vorteile

- Eisenlose Spulentechnologie, System FAULHABER®
- Hohe Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer
- Breiter linearer Drehzahl-/Drehmoment-Bereich
- Keine Funkenbildung
- Kein Rastmoment
- Dynamisch gewuchteter Rotor, ruhiger Lauf
- Einfache Konstruktion
- Erhältlich mit analogen oder digitalen Hall-Sensoren

Produktkennzeichnung

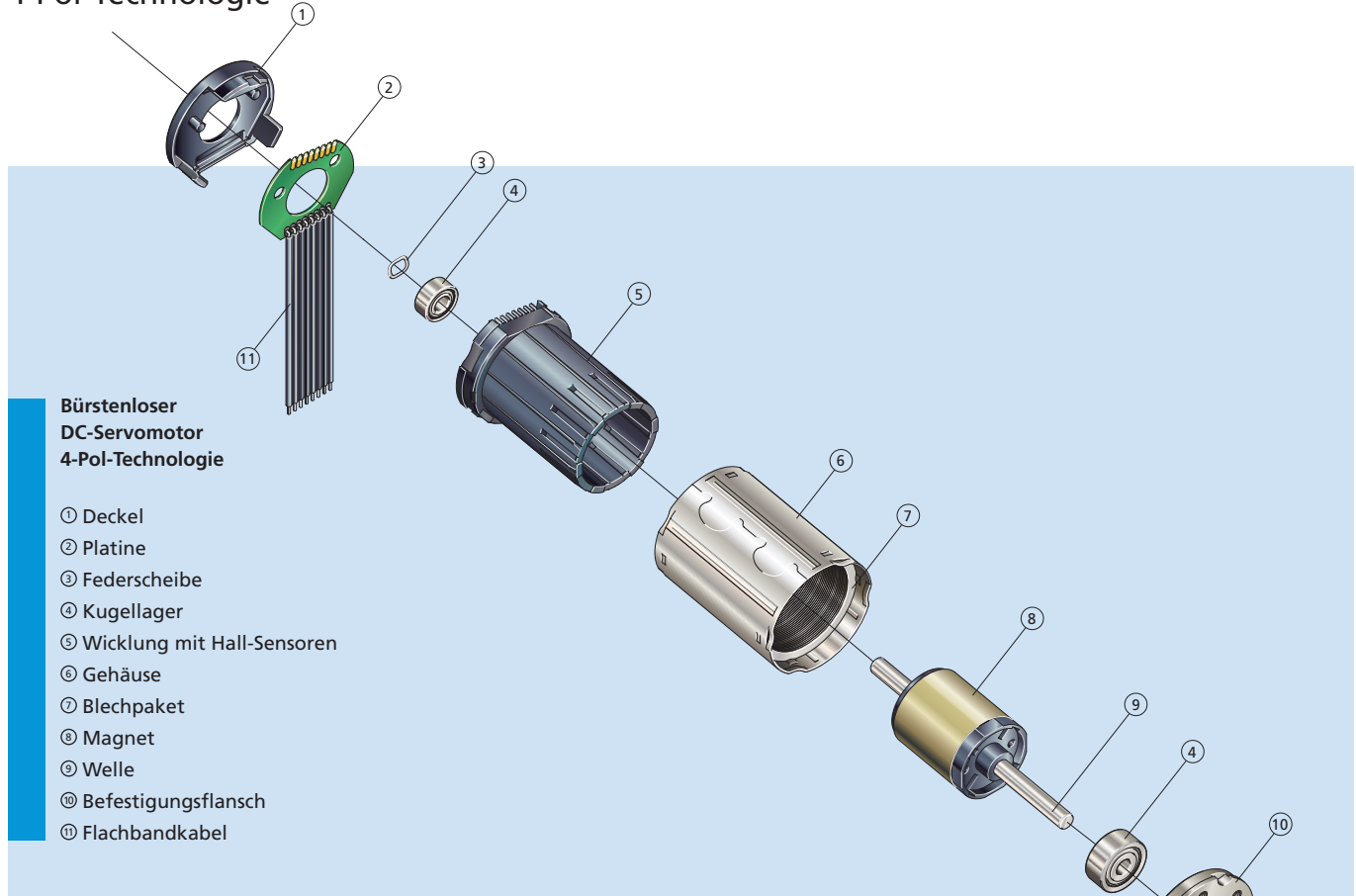


22	Motordurchmesser [mm]
32	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
048	Nennspannung [V]
B	Kommutierungsart (bürstenlos)
SL	Sensorlose Ausführung

2232 S 048 BSL

Bürstenlose DC-Servomotoren

4-Pol-Technologie



Bürstenloser DC-Servomotor 4-Pol-Technologie

- ① Deckel
- ② Platine
- ③ Federscheibe
- ④ Kugellager
- ⑤ Wicklung mit Hall-Sensoren
- ⑥ Gehäuse
- ⑦ Blechpaket
- ⑧ Magnet
- ⑨ Welle
- ⑩ Befestigungsflansch
- ⑪ Flachbandkabel

Funktion

Die bürstenlosen DC-Servomotoren der Serie BX4 zeichnen sich aus durch ihren innovativen Aufbau, der aus nur wenigen Einzelkomponenten besteht.

Die 4-Pol-Magnettechnologie verleiht den Antrieben trotz kompakter Abmessungen ein hohes Dauerdrehmoment bei ruhigen Laufeigenschaften und besonders niedrigem Geräuschpegel. Der modulare Aufbau ermöglicht den Einsatz unterschiedlicher Rotorkonzepte, über die sich eine optimale Anpassung des Drehmoments bei hohem oder niedrigem Drehzahlniveau erzielen lässt.

Durch die elektronische Kommutierung der Antriebe ist die Lebensdauer im Vergleich zu mechanisch kommutierten Motoren um ein Vielfaches höher. In der Grundversion erfolgt die Kommutierung über eine externe Steuerung. Das flexible Motorkonzept der BX4-Serie bietet aber auch Versionen mit integriertem Drehzahlregler oder integriertem Encoder an.

Nutzen und Vorteile

- Hohes Drehmoment und drehzahlsteif durch 4-Pol-Technologie
- Kompakte und robuste Konstruktion
- Modulares Konzept
- Auch als durchmesserkonforme Version mit integriertem Encoder oder Speed Controller verfügbar
- Hohe Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer
- Keine Funkenbildung
- Kein Rastmoment
- Dynamisch gewuchteter Rotor, ruhiger Lauf
- Einfache Konstruktion

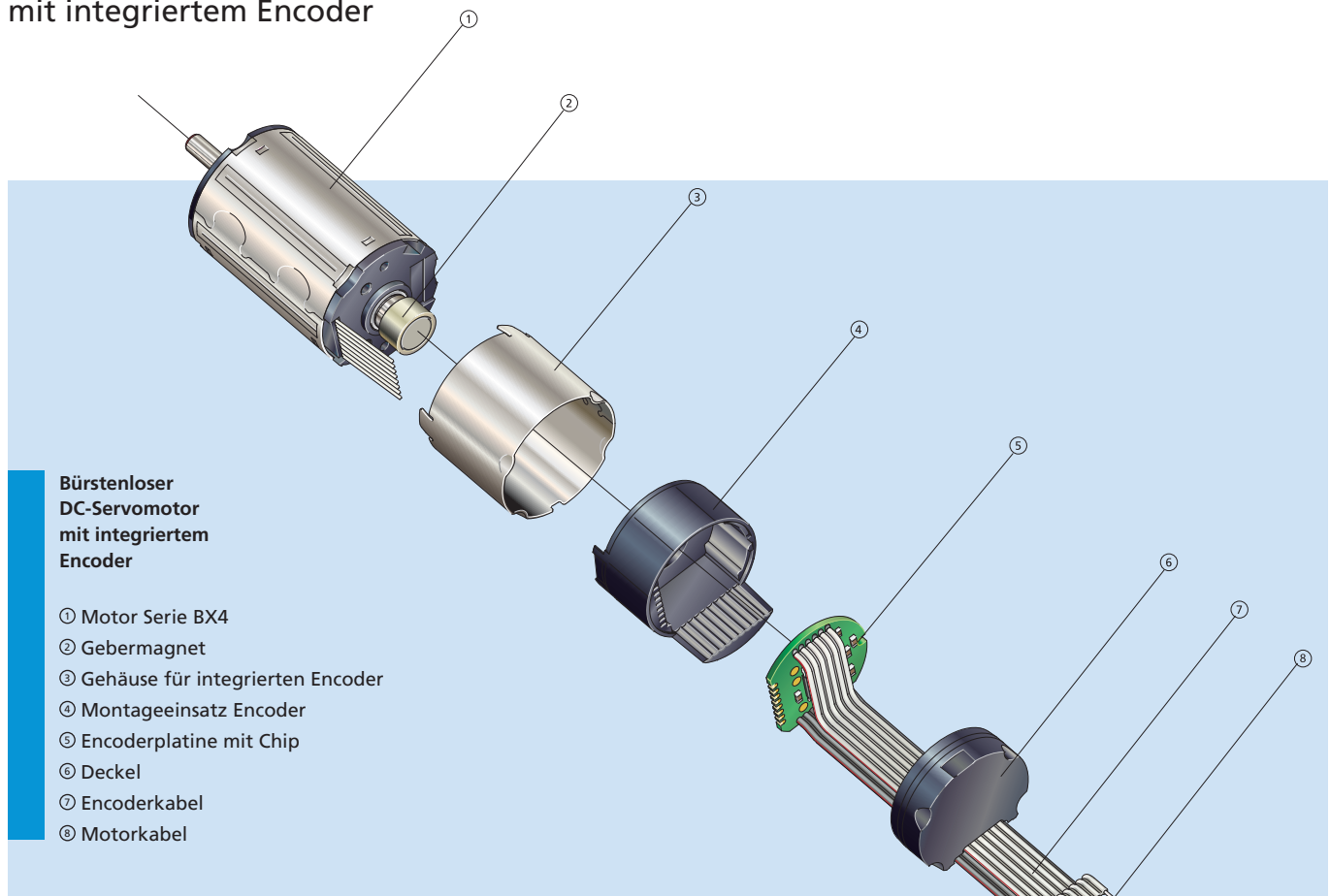
Produktkennzeichnung



22	Motordurchmesser [mm]
32	Motorlänge [mm]
5	Abtriebsart
012	Nennspannung [V]
BX4	Kommutierungsart (bürstenlos), 4-Pol-Technologie

22 32 5 012 BX4

Bürstenlose DC-Servomotoren mit integriertem Encoder



Funktion

Encoder der Baureihe IE3/IE3L und AES bestehen aus einem an der Motorwelle befestigten diametral magnetisierten zweipoligen Gebermagneten. In axialer Richtung zum Gebermagnet ist ein spezieller Single Chip Winkelsensor zur Erfassung der Antriebswellenposition angeordnet. Der Winkelsensor enthält alle notwendigen Funktionen wie Hall-Sensoren, Interpolator sowie Treiberstufen. Das von den Hall-Sensoren erfasste analoge Signal des Gebermagneten wird nach einer geeigneten Verstärkung durch einen speziellen Algorithmus zu einem hochauflösenden Encodersignal verarbeitet.

Bei den IE3/IE3L stehen an den Ausgängen zwei um 90 °C phasenverschobene Rechtecksignale mit bis zu 1024 Impulsen sowie ein Indexsignal zur Anzeige einer Antriebswellenumdrehung zur Verfügung.

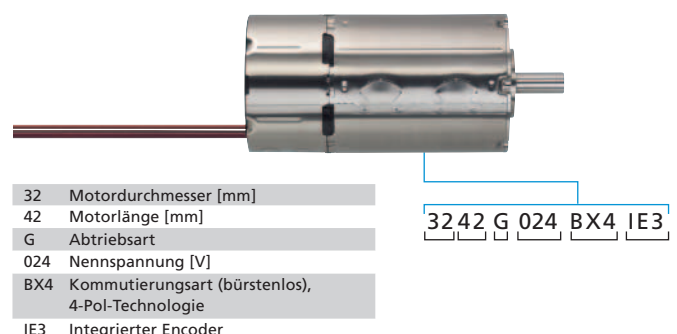
Bei der Variante AES (Absolutencoder) stehen absolute Winkelinformationen mit einer Auflösung von 4096 Schritten pro Umdrehung zur Verfügung, die über eine serielle Schnittstelle (SSI) abgefragt werden können.

Der Absolutencoder eignet sich optimal zur Kommutierung, Drehzahl- und Positionsregelung.

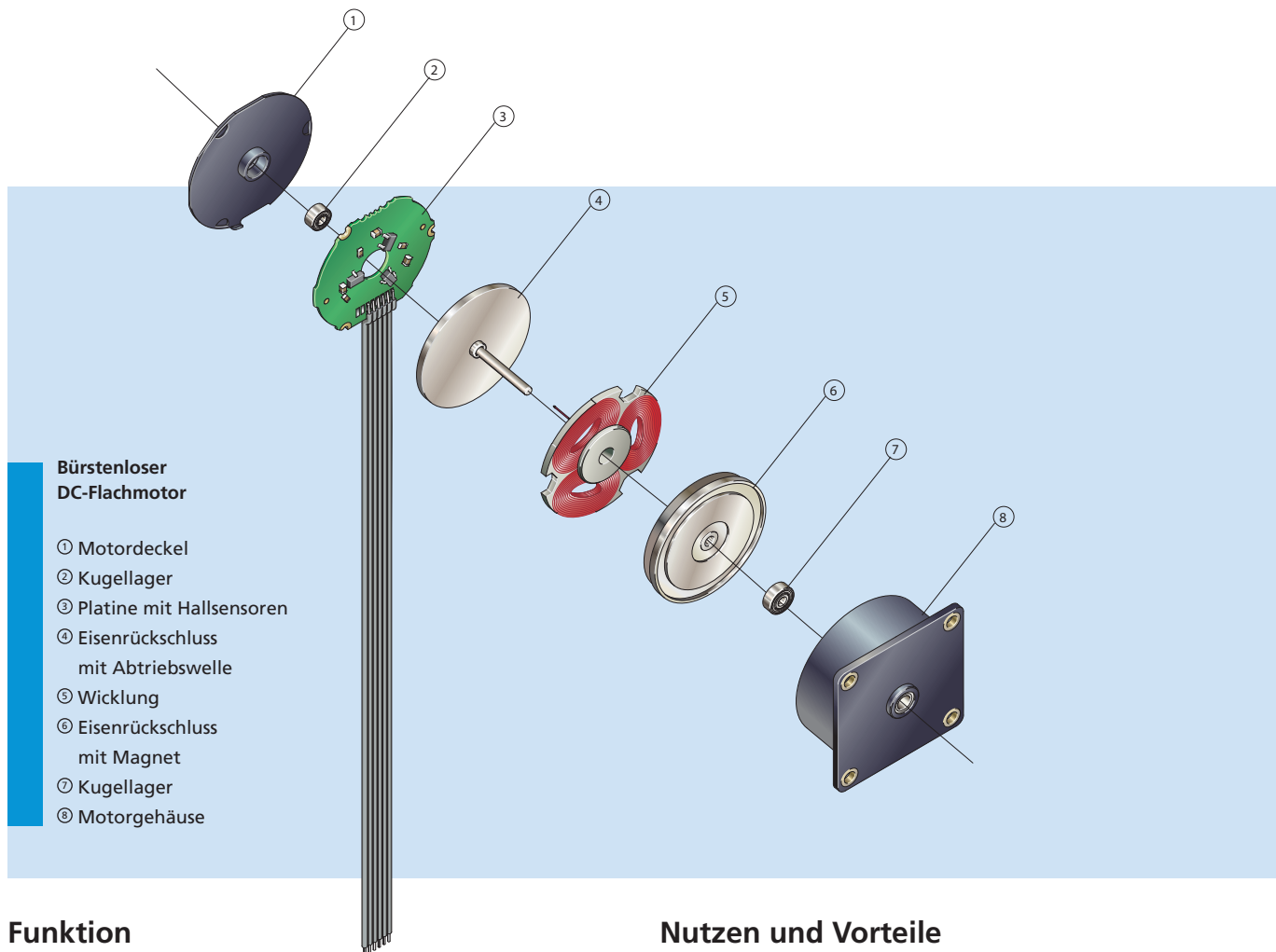
Nutzen und Vorteile

- Kompakte Bauweise in robustem Gehäuse
- Verschiedene Auflösungen als Standard lieferbar
- Indexkanal zur Referenzierung einer Umdrehung der Antriebswelle
- Auch als Line Driver-Version verfügbar
- Standardisierte elektronische Encoderschnittstelle
- Zur Kombination mit FAULHABER Motion Controller und FAULHABER Speed Controller geeignet
- Flexible kundenspezifische Anpassungen der Auflösung, Drehrichtung, Indexbreite und Indexposition möglich
- Als Absolutencoder mit serieller Schnittstelle erhältlich

Produktkennzeichnung



Bürstenlose DC-Flachmotoren



Funktion

Das Herzstück von jedem bürstenlosen DC-Flachmotor ist der eisenlose Stator mit seinen drei flachen Kupferspulen. Der Rotor ist aufgebaut mit einem leistungsstarken Seltenerd-magneten und zwei rotierenden Scheiben als Eisenrückschluss für eine optimale Ausnutzung des Magnetflusses. Dieser Aufbau eliminiert auch das Rastmoment, wodurch die Regelung der Motordrehzahl erheblich verbessert wird.

Durch die elektronische Kommutierung der Antriebe ist die Lebensdauer im Vergleich zu mechanisch kommutierten Motoren um ein Vielfaches höher.

Das Abtriebsmoment kann durch Ergänzung des Motors mit einem passenden Untersetzungsgetriebe erhöht werden. Der revolutionäre Aufbau ermöglicht eine Vielzahl an Untersetzungsverhältnissen bei gleichbleibend kurzer Baulänge.

Nutzen und Vorteile

- Rastmomentfrei
- Elektronische Kommutierung mit 3 digitalen Hallensoren
- Präziser Gleichlauf
- Flach, leicht und äußerst kompakt

Produktkennzeichnung

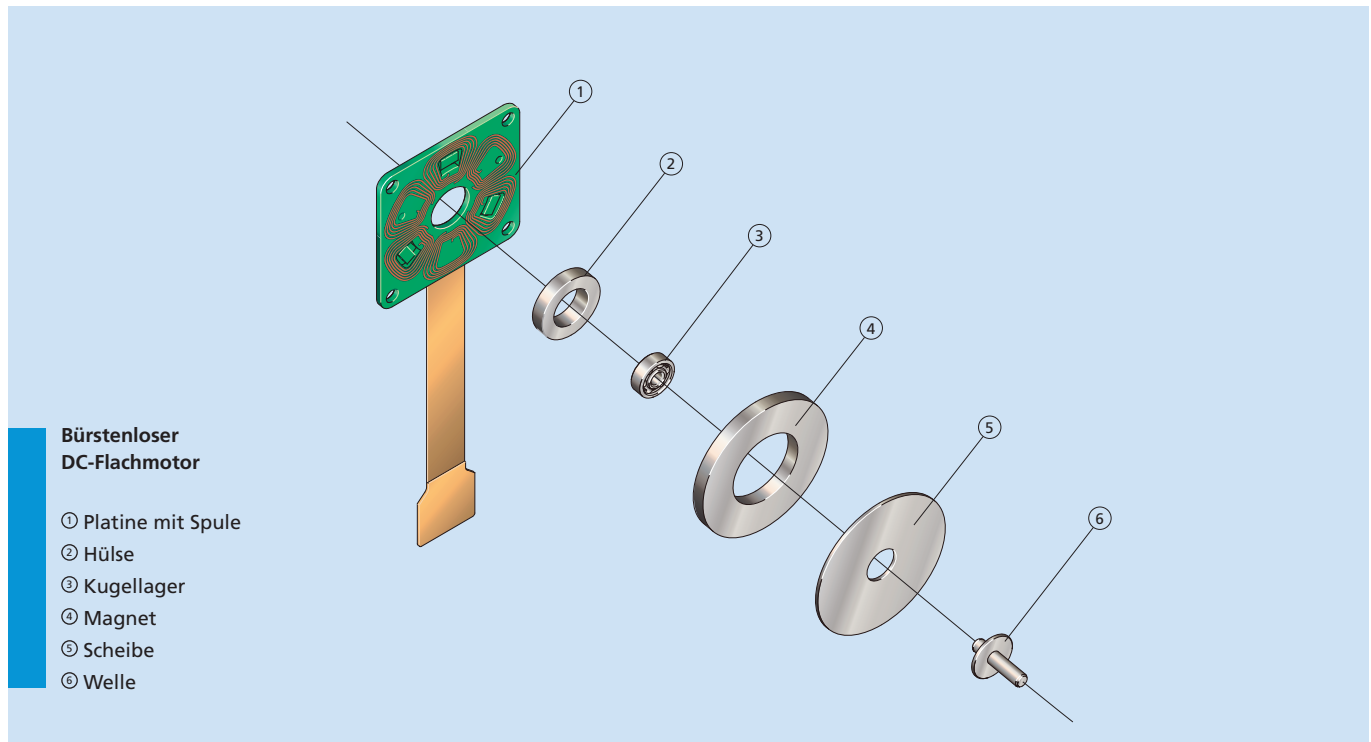


26	Motordurchmesser [mm]
10	Motorlänge [mm]
T	Abtriebsart
012	Nennspannung [V]
B	Kommutierungsart (bürstenlos)

26 10 T 012 B

Bürstenlose DC-Flachmotoren

penny-motor® Technologie



Funktion

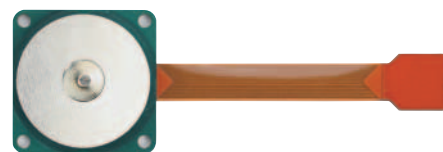
Die extrem flache Bauweise verdanken die bürstenlosen penny-motor® Antriebe ihrer freitragenden Spule, die nicht mechanisch gewickelt, sondern über fotolithografische Prozesse strukturiert wird. Hochwertige Neodym-Magnete (NdFeB) ermöglichen es trotz der geringen Abmessungen, eine hohe Antriebsleistung zu erzielen und verleihen den Mikromotoren ein beachtliches Drehmoment.

Aus dem bürstenlosen Aufbau ergibt sich darüber hinaus die für diese Motorentechnologie typische hohe Lebensdauer und macht die Mikromotoren zu einer zukunfts-trächtigen Antriebslösung für eine Vielzahl innovativer Produkte.

Nutzen und Vorteile

- Ultraflache Abmessungen
- Rastmomentfreier, präziser Gleichlauf
- Herausragendes Leistungs-/Volumen-Verhältnis
- Geringer Strombedarf
- Lange Lebensdauer

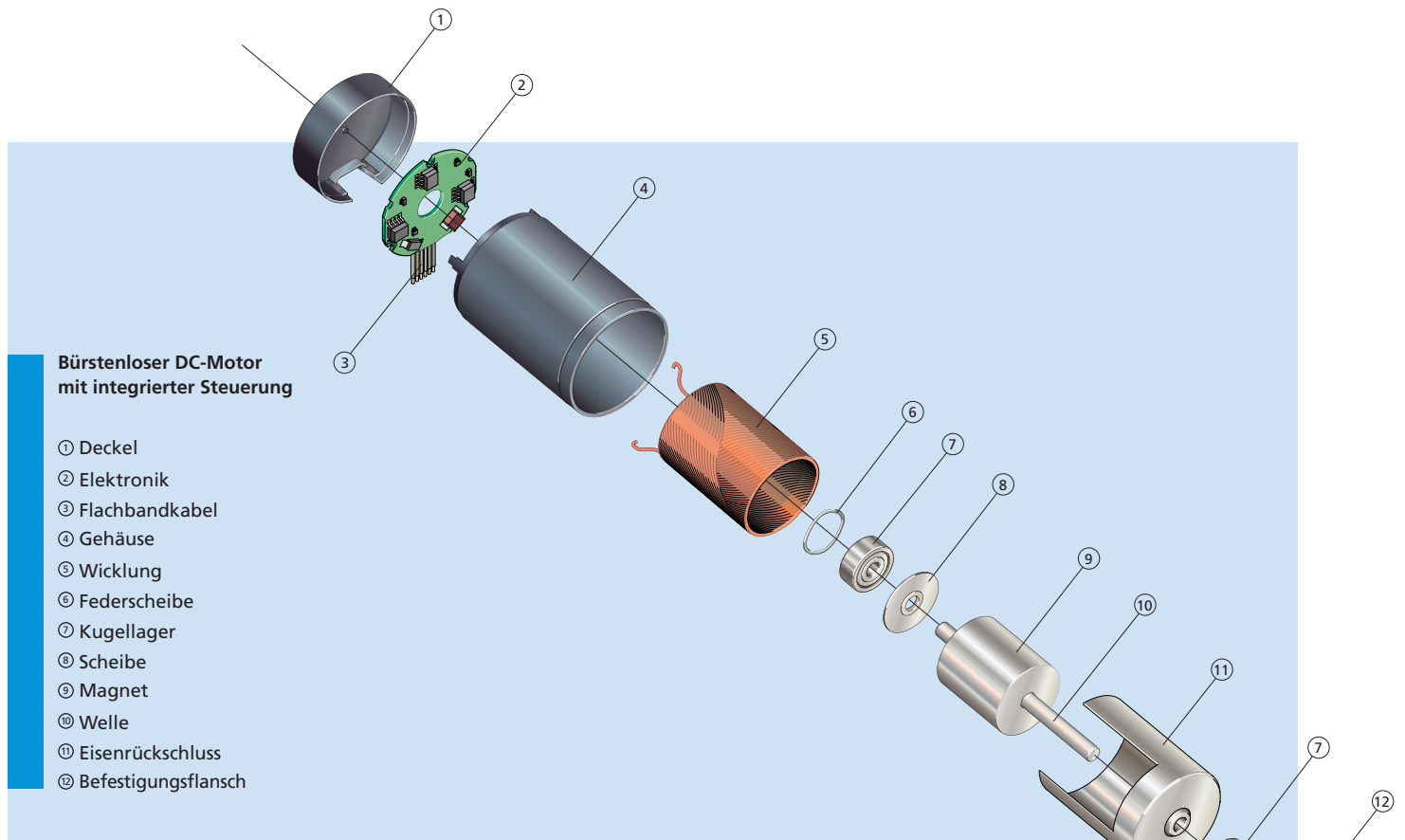
Produktkennzeichnung



12	Motordurchmesser [mm]
02	Motorhöhe [mm]
H	Abtriebsart
004	Nennspannung [V]
B	Kommutierungsart (bürstenlos)
H	Hall-Sensoren

1202 H 004 BH

Bürstenlose DC-Motoren mit integrierter Steuerung



Funktion

Diese bürstenlosen DC-Motoren mit integrierter Elektronik verbinden die Vorteile der eisenlosen Wicklungstechnik mit denen der elektronischen Kommutierung.

Die Motoren sind auf der selbsttragenden Spulentechnologie, System FAULHABER®, aufgebaut und bestehen im Wesentlichen aus einer dreiphasigen Wicklung und einem zweipoligen Permanentmagneten sowie dem elektronischen Kommutierungssystem.

Zur Lagererkennung des Rotors, bezogen auf das Drehfeld der Wicklung, wird die rückwirkende Generatorspannung (EMK) gemessen und ausgewertet. Die Erfassung der Rotorlage erfolgt ohne Sensoren. Durch den mit dem Magneten umlaufenden Eisenrückschluss werden Wirbelstromverluste im Motor vermieden.

Nutzen und Vorteile

- Große Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer
- Breiter linearer Drehzahl-/Drehmoment-Bereich
- Programmierbare Motorcharakteristik
- Keine Funkenbildung
- Kein Rastmoment
- Eisenlose Spulentechnologie, System FAULHABER®
- Bürstenlose Kommutierung
- Sensorfreie Positionserfassung
- Integrierte Elektronik
- Dynamisch gewuchteter Rotor, ruhiger Lauf

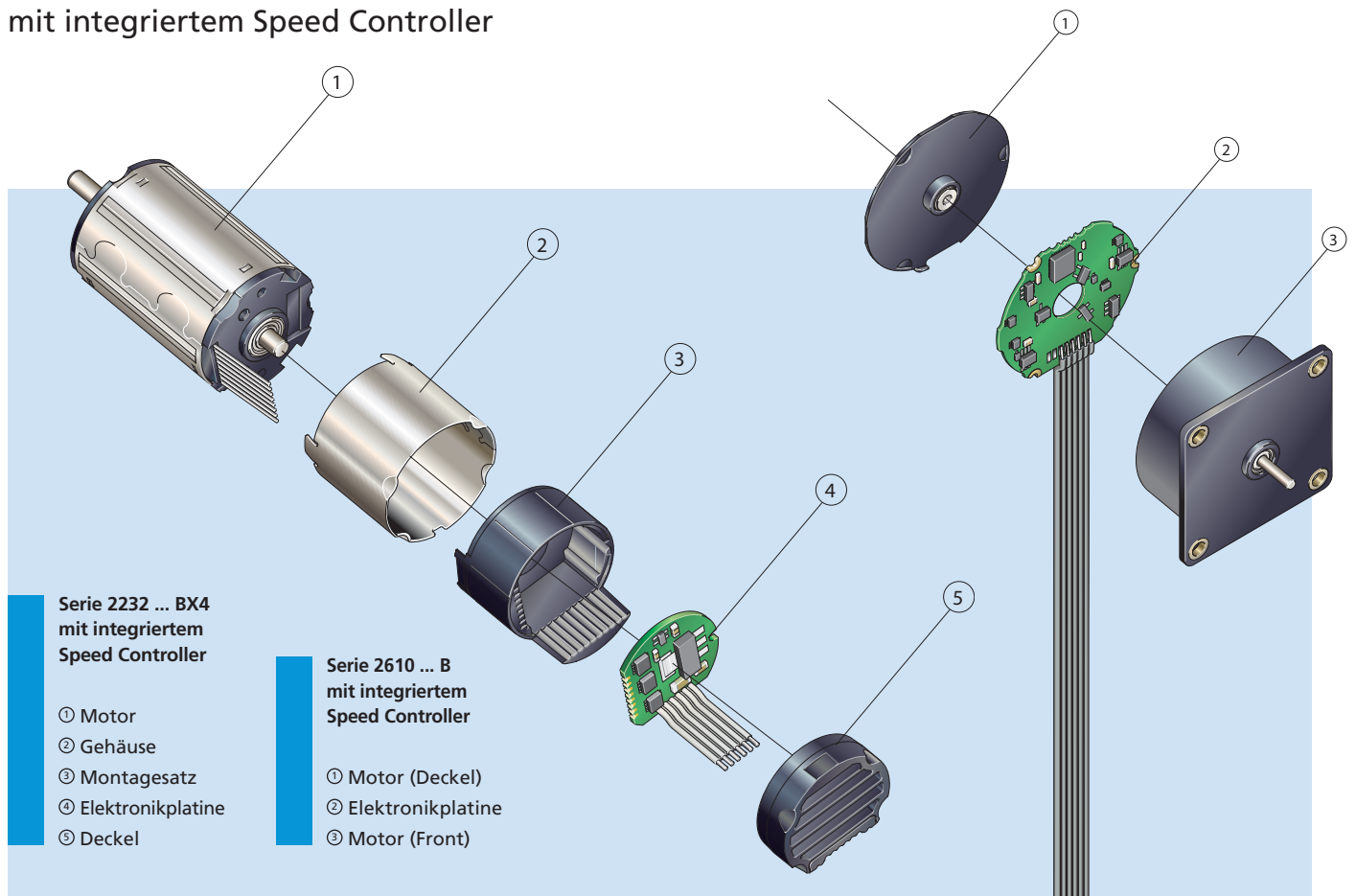
Produktkennzeichnung



31	Motordurchmesser [mm]
53	Motorlänge [mm]
K	Abtriebsart
012	Nennspannung [V]
BRC	Kommutierungsart (bürstenlos) mit integrierter Elektronik

31 53 K 012 BRC

Bürstenlose DC-Motoren mit integriertem Speed Controller



**Serie 2232 ... BX4
mit integriertem
Speed Controller**

- ① Motor
- ② Gehäuse
- ③ Montagesatz
- ④ Elektronikplatine
- ⑤ Deckel

**Serie 2610 ... B
mit integriertem
Speed Controller**

- ① Motor (Deckel)
- ② Elektronikplatine
- ③ Motor (Front)

Funktion

Die Antriebe mit integriertem Speed Controller verbinden die Vorteile bürstenloser DC-Motoren und der darin enthaltenen elektronischen Ansteuerung.

Die integrierte Elektronik ermöglicht die Drehzahlregelung mittels PI-Regler mit externer Sollwertvorgabe. Durch die eingebaute Strombegrenzung sind die Antriebe vor Überlastung geschützt.

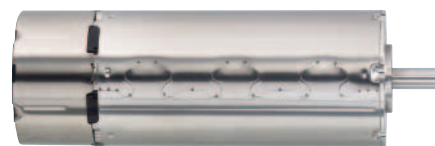
Die Regelungsparameter der Steuerung können mithilfe eines optionalen Programmieradapters und der komfortablen Bediensoftware FAULHABER Motion Manager 4 an die Anwendung angepasst werden.

Die Zweidraht-Ausführung der Serie BX4 mit Speed Controller kann in bestimmten Anwendungsfällen einen mechanisch kommutierten DC-Motor ersetzen.

Nutzen und Vorteile

- Integrierter Speed Controller
- Kompakte Bauform
- Robuste Ausführung
- Einfache Handhabung
- Integrierte Strombegrenzung (Motorschutz)
- Reglereinstellung über Programmieradapter parametrierbar

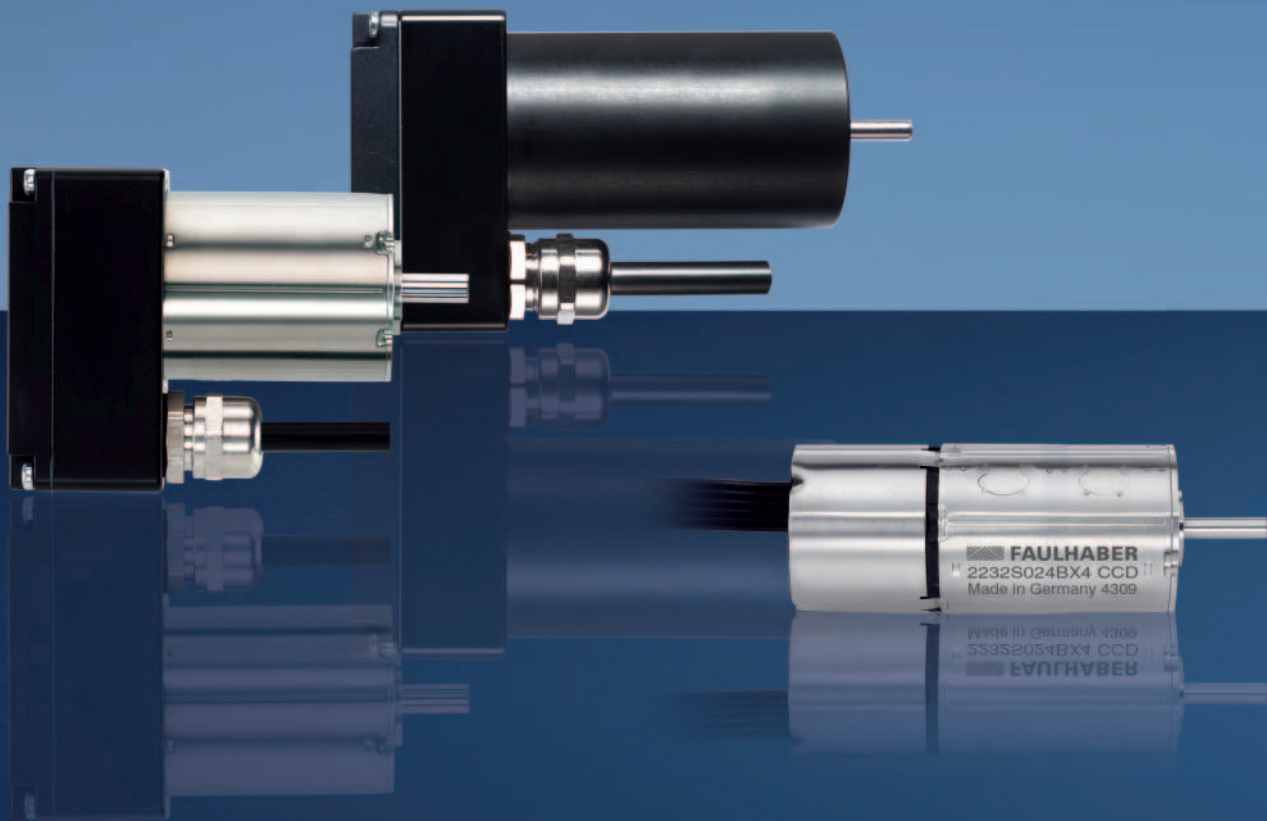
Produktkennzeichnung



32	Motordurchmesser [mm]
68	Motorlänge [mm]
G	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
BX4	Kommutierungsart (bürstenlos), 4-Pol-Technologie
SC	Integrierter Speed Controller

32_68_G_024_BX4_SC

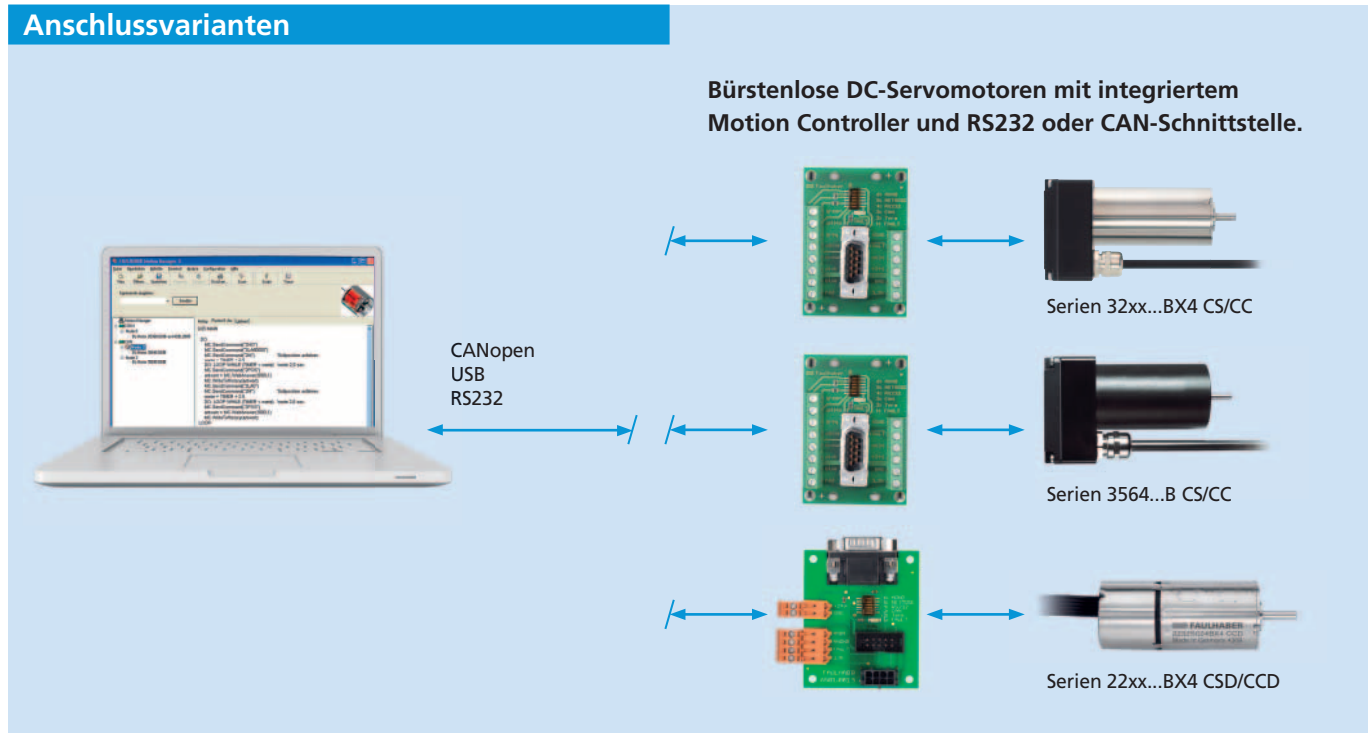
Motion Control Systems



Motion Control Systems

Technische Informationen

Anschlussvarianten



Funktion

Die FAULHABER Motion Controller sind hochdynamische Positioniersysteme, optimiert für den Betrieb von Kleinstmotoren.

Neben dem Betrieb als Positioniersystem stehen auch eine Drehzahl- oder eine Stromregelung zur Verfügung.

Die Antriebe sind mit RS232 Schnittstelle oder mit einer CAN Schnittstelle und CANopen Protokoll verfügbar.

Dadurch können bis zu 127 Antriebe einfach vernetzt und gesteuert werden.

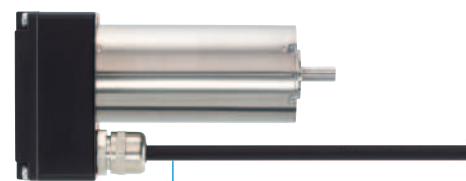
Besonders kompakte Lösungen werden mit den Motion Control Systems erreicht, hochdynamische, wartungsarme BLDC Servomotoren mit bereits integrierter Motion Control Ansteuerung.

Die integrierten Systeme verringern den Platzbedarf und vereinfachen zusätzlich die Installation durch die reduzierte Verdrahtung.

Nutzen und Vorteile

- Kompakte Bauform
- Modularer Aufbau, verfügbar in diversen Leistungsklassen
- Geringer Verdrahtungsaufwand
- Parametrierbar über die Software „FAULHABER MotionManager“
- Umfangreiches Zubehör
- Adapter zum Anschluss an USB Schnittstellen

Produktkennzeichnung



3268	Motorserie
G	Abtriebsart
024	Nennspannung
BX4	Elektronische Kommutierung bürstenlos
CS	Schnittstelle Seriell RS232

3268 G 024 BX4 CS

Motion Control Systems

Konfiguration, Vernetzung, Schnittstellen

Betriebsarten

Drehzahlregelung

PI Drehzahlregelung, auch für hohe Gleichlaufanforderungen.

Positionierbetrieb

Zum Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung. Die Dynamik kann über den PD Regler an die Anwendung angepasst werden. Referenz- und Endschalter werden über vielfältige Homingmodi ausgewertet.

Drehzahlprofile

Beschleunigungs- und Bremsrampe sowie die Maximalgeschwindigkeit können auch abschnittsweise vorgegeben werden. Auch komplexe Profile sind damit problemlos umsetzbar.

Stromregelung

Schützt den Antrieb, indem der Motorstrom auf den eingestellten Spitzenstrom begrenzt wird. Über die integrierte I²t Überwachung wird der Strom im Bedarfsfall auf den Dauerstrom begrenzt.

Schutzfunktionen

- Schutz gegen ESD
- Überlastschutz für die Elektronik und den Motor
- Selbstschutz vor Übertemperatur
- Überspannungsschutz im Generatorbetrieb

Erweiterte Betriebsarten

- Schrittmotorbetrieb
- Gearing Mode
- Positionsregelung auf analogen Sollwert
- Betrieb als Servoverstärker im Spannungsteller Modus
- Drehmomenten- bzw. Kraftregler über variable Sollstromvorgabe

Optionen

Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuer-elektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen). Hierbei entfällt der 3. Eingang. Je nach Antrieb sind zusätzliche Programmieradapter und Anschlusshilfen verfügbar. Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.

Schnittstellen – Diskrete I/O

Sollwerteingang

Je nach Betriebsart können Sollwerte über das Kommando Interface, über einen analogen Spannungswert, über ein PWM Signal oder über ein Quadratursignal vorgegeben werden.

Fehlerausgang (Open Collector)

Werkseitig als Fehlerausgang konfiguriert. Verwendbar auch als Digitaleingang, freier Schaltausgang, zur Drehzahlkontrolle oder Signalisierung einer erreichten Position.

Weiterer Digitaleingang

Zur Auswertung von Referenzschaltern.

Motion Control Systems

Konfiguration, Vernetzung, Schnittstellen

Vernetzung

Integration in eine übergeordnete Steuerung

ASCII-Kommandos und CAN-Telegramme ermöglichen sowohl die Anbindung an eine übergeordnete Steuerung als auch die Integration der Motion Control Systems in eine feldbusbasierte Umgebung.

Am PC können Visual Basic Scripte für erste Tests direkt im Motion Manager erstellt und ausgeführt werden.

Alternativ können mit einer beliebigen Hochsprache (Basic, C/C++, Delphi, LabView, ...) Anwendungen am PC entwickelt werden, die Befehle über die RS232 Schnittstelle oder einen CAN-Adapter direkt zum Antrieb senden oder von dort gesendete Meldungen einlesen.

Ebenso können die Kommandos auch innerhalb eines SPS-Programms für den Datenaustausch mit den Antrieben verwendet werden.

Schnittstellen – Busanbindung

Version mit RS232 Schnittstelle

Zur Ankopplung an einen PC mit einer Übertragungsrate von bis zu 115 kbaud. Über die RS232 Schnittstelle können auch mehrere Antriebe vernetzt an einer Steuerung betrieben werden. Auf Seiten des Steuerrechners sind dazu keine besonderen Vorkehrungen nötig. Die Schnittstelle bietet überdies die Möglichkeit, online Betriebsdaten und Werte abzufragen.

Für die Programmierung und Bedienung steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung. Dieser kann vom PC mit Hilfe der Software „FAULHABER Motion Manager“ oder über jeden anderen Steuerrechner vorgegeben werden.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, komplexe Abläufe aus diesen Befehlen zu erstellen und im Antrieb abzulegen. Einmal als Drehzahl- oder Positionsregler über den Analogeingang, als Schrittmotor oder elektronisches Getriebe programmiert, kann der Antrieb unabhängig von der RS232 Schnittstelle autonom betrieben werden.

Version mit CAN Schnittstelle

Über die CAN Schnittstelle können mehrere Antriebe vernetzt an einer übergeordneten Steuerung betrieben werden. Zur Integration in ein CAN-Netzwerk stehen Übertragungsraten bis zu 1 Mbit/s zur Verfügung.

Die CAN-Version unterstützt neben den CANopen-Standardprofilen einen speziellen FAULHABER Mode, der die Bedienung des Antriebs analog zur RS232-Version ermöglicht. Mit Hilfe der Software „FAULHABER Motion

Manager“ und des implementierten Befehlsinterpreters können die CAN-Antriebe mit den bekannten ASCII-Kommandos bedient und konfiguriert werden.

Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden.

Die Motion Control Systems mit FAULHABER CANopen unterstützen die Standardprotokolle CiA DS301 / DSP402 / DSP305.

Die Motion Control Systems unterstützen das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:

- 1 Server SDO
- 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
- Statisches PDO Mapping
- NMT mit Node Guarding
- Emergency Object

Außerdem werden aus dem CiA Geräteprofil für Motion Controller (DSP 402) folgende Funktionen unterstützt:

- Profile Position Mode und Position Control Function
- Homing Mode
- Profile Velocity Mode

Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nr. erfolgt über das Netzwerk gemäß des LSS-Protokolls nach DSP305 V1.11, zusätzlich ist eine automatische Baudraten-erkennung implementiert.

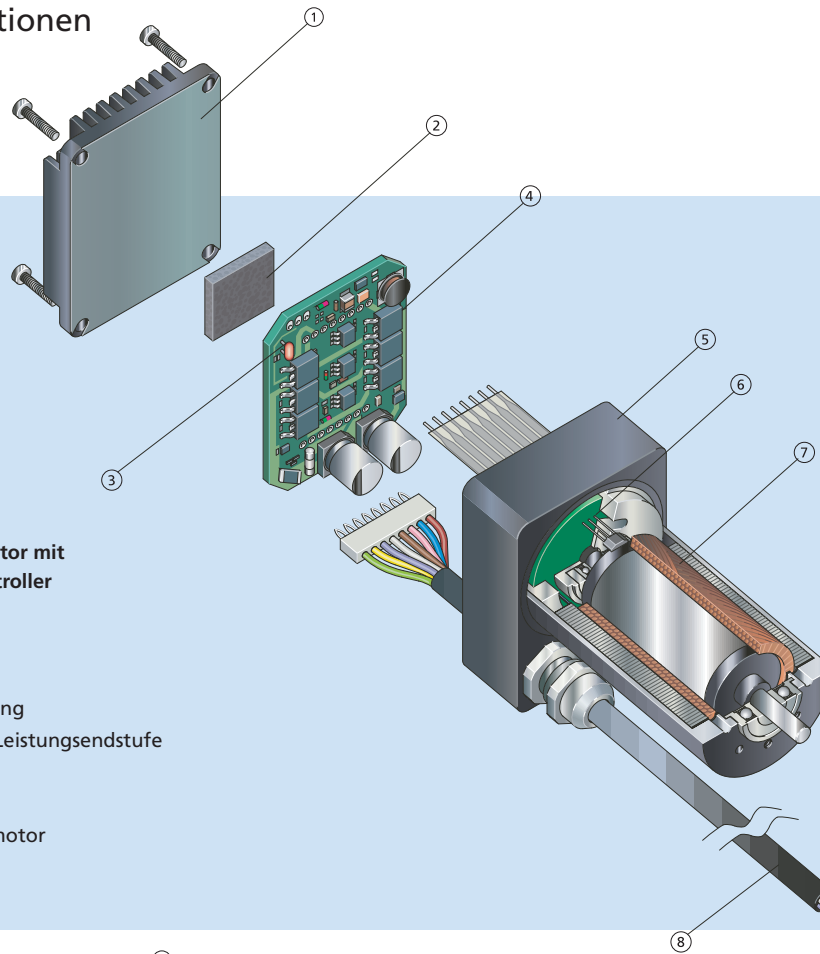
Die CAN-Schnittstelle bietet weitere umfangreiche Funktionen. Details zum Einsatz und zur Konfiguration entnehmen Sie bitte den entsprechenden Bedienungsanleitungen.

Hinweis

Den Motion Controllern und Motion Control Systems ist ein Gerätehandbuch zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt. Kommunikations- und Funktionshandbücher sowie die Software „FAULHABER Motion Manager“ sind auf Anfrage oder im Internet unter www.faulhaber.com erhältlich.

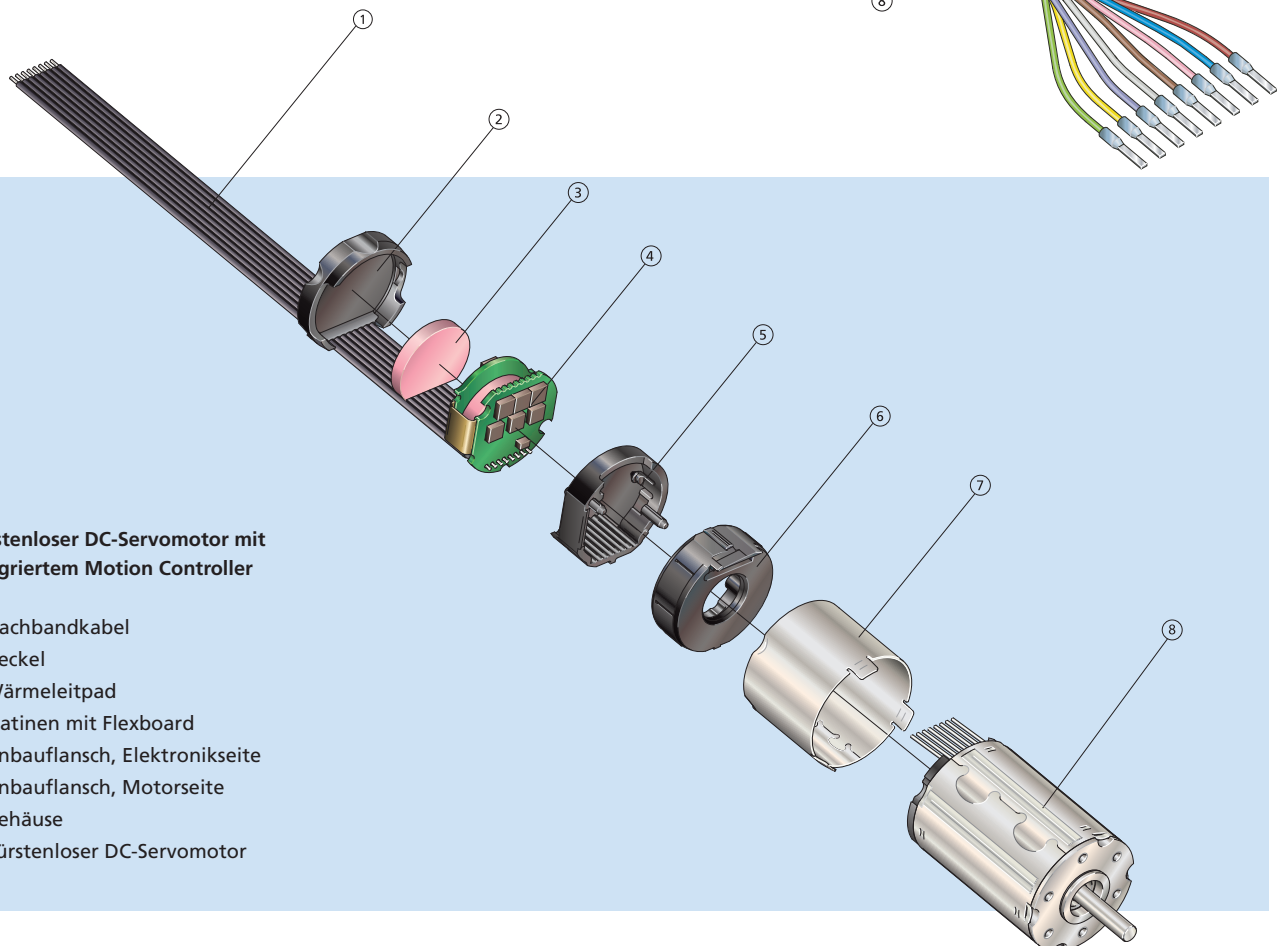
Motion Control Systems

Technische Informationen



Bürstenloser DC-Servomotor mit integriertem Motion Controller

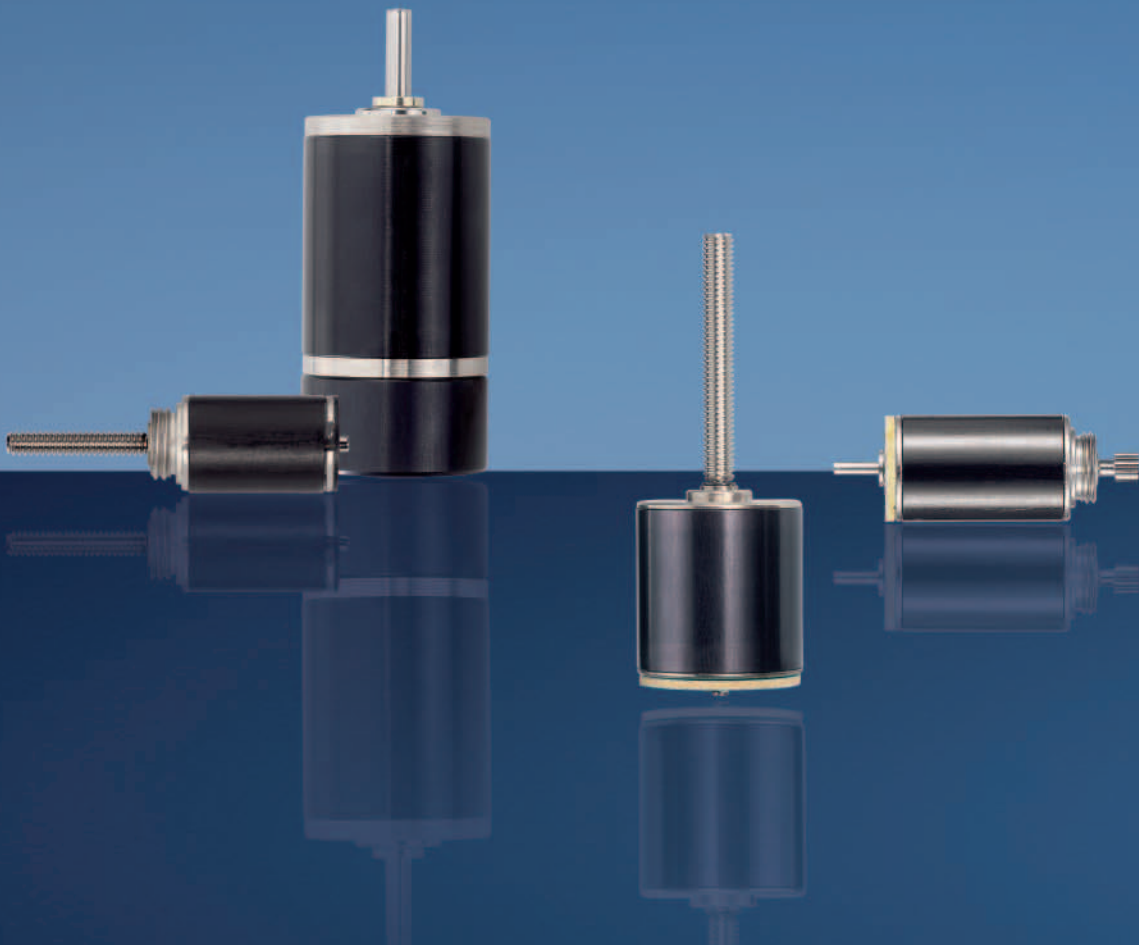
- ① Kühlkörper/Deckel
- ② Wärmeleitplatte
- ③ Thermische Überwachung
- ④ Motion Controller mit Leistungsendstufe
- ⑤ Gehäuse
- ⑥ Hall-Sensoren
- ⑦ Bürstenloser DC-Servomotor
- ⑧ Anschlüsse



Bürstenloser DC-Servomotor mit integriertem Motion Controller

- ① Flachbandkabel
- ② Deckel
- ③ Wärmeleitpad
- ④ Platinen mit Flexboard
- ⑤ Anbauflansch, Elektronikseite
- ⑥ Anbauflansch, Motorseite
- ⑦ Gehäuse
- ⑧ Bürstenloser DC-Servomotor

Schrittmotoren



Schrittmotoren

Technische Informationen

Schrittmotoren	
Zwei Phasen, 24 Schritte pro Umdrehung PRECstep® Technologie	
AM1524-ww-ee	
ww =	V-
	Spannung
1 Nennspannung pro Phase (2 Phasen bestromt) ¹⁾	6
2 Nennstrom pro Phase (2 Phasen bestromt)	-
3 Phasenwiderstand (bei 20°C)	-
4 Induktivität pro Phase (1kHz)	-
5 Amplitude der Gegen-EMK	-

Erläuterungen zu den Datenblättern

Nennspannung pro Phase (beide Phasen bestromt) (V DC)

Die Spannung, die an beide Phasenwicklungen angelegt werden kann, ohne dass der Motor (bei 20 °C, konstanter Betrieb) überhitzt. Der Motor entwickelt dabei das Nennhaltmoment.

Nennstrom pro Phase (2 Phasen bestromt) [A]

Der Phasenstrom, der durch beide Phasenwicklungen fließen darf, ohne dass der Motor (bei 20 °C, konstanter Betrieb) überhitzt. Der Motor entwickelt dabei das Nennhaltmoment.

Phasenwiderstand (bei 20 °C) ¹⁾ [Ω]

Wicklungswiderstand einer Phase bei 20 °C; die Toleranz beträgt ±12%.

Induktivität pro Phase [mH]

Die Induktivität einer Phase gemessen bei 1 kHz.

Amplitude der Gegen-EMK ¹⁾ [V/k Schritt/s]

Die Amplitude der Gegen-EMK bei 1000 Schritten/s. Sie ist einer der Parameter, der dazu beiträgt, dass das Abgabedrehmoment des Motors bei höheren Drehzahlen absinkt.

Haltemoment (2 Phasen bestromt) [mNm]

Die Amplitude des Drehmoments, das der Motor im Stillstand entwickelt, wenn beide Phasen mit Nennspannung beziehungsweise Nennstrom bestromt sind.

Haltemoment (zweifacher Nennstrom) [mNm]

Die Amplitude des Drehmoments, das der Motor im Stillstand entwickelt, wenn beide Phasen entweder mit doppeltem Nennstrom bestromt sind oder mit doppelter Nennspannung.

Es besteht keine Gefahr, den Motor dabei zu beschädigen. Um den Motor thermisch nicht zu überlasten, sollte der Spitzenstrom nur kurzzeitig während eines Bewegungszyklus eingesetzt werden.

Vollschritt-Winkel [Grad]

Schrittwinkel, den der Motor im Vollschritt ausführt.

Absolute Schrittwinkelgenauigkeit [%]

Die Abweichung der Rotorposition von der idealen

Winkelposition, die ohne äußere Last gemessen wird. Der Fehler ist absolut und wird nicht kumuliert.

Stromloses Haltemoment max. ¹⁾ [mNm]

Das Resthaltmoment des Motors ohne Phasenstrom. Es ermöglicht ohne Stromverbrauch eine Position zu halten, um die Batterie zu schonen oder um die Erwärmung des Motors niedrig zu halten.

Rotorträgheitsmoment [kgm²]

Gibt das gesamte Trägheitsmoment des Rotors an.

Resonanzfrequenz (bei Nennstrom) [Hz]

Die Schrittfrequenz, bei der beim unbelasteten Motor Resonanzschwingungen des Rotors auftreten. Es wird empfohlen, den Motor mit einer höheren Frequenz zu starten oder Halb- oder Mikroschritt einzusetzen, um außerhalb dieser Frequenz zu arbeiten. Zusätzliche Trägheitslasten verändern die Resonanzfrequenz.

Elektrische Zeitkonstante [ms]

Die Zeit die der Phasenstrom benötigt, um 67% des möglichen Phasenstromes zu erreichen und einer der Parameter, der dazu beiträgt, dass das Abgabedrehmoment des Motors bei höheren Drehzahlen absinkt.

Betriebstemperaturbereich [°C]

Der Temperaturbereich innerhalb dessen der Motor betrieben werden kann.

Maximal zulässige Wicklungstemperatur [°C]

Die Temperatur, welche die Wicklung und die Magnete maximal erreichen können.

Wärmewiderstand Wicklung – Luft [°C/W]

Der Wert, um den sich die Wicklung pro Watt Verlustleistung erwärmen wird. Durch zusätzliche Kühlflächen sinkt dieser Wert.

Thermische Zeitkonstante [s]

Die Zeit, die die Motorphasenwicklung benötigt, um 67 % der max. Temperatur zu erreichen. Zusätzliche Kühlflächen senken den thermischen Widerstand, erhöhen aber die thermische Zeitkonstante.

Wellenlagerung

Zur Verfügung stehen dauerhaft gefettete Sinterlager oder vorgespannte Kugellager, deren Vorspannung durch Federscheiben am hinteren Kugellager eingestellt wird.

Wellenbelastung, max. radial [N]

Die Angaben geben empfohlene Werte für die radiale Wellenbelastung an.

Wellenbelastung, max. axial [N]

Dieser Wert gibt für alle Lagerarten die maximal empfohlene axiale Belastung an. Für Kugellager entspricht dieser Wert der eingestellten Vorspannung. Zu beachten ist, dass das Überschreiten der Vorspannung eine irreversible Verschiebung der Welle verursachen kann. Der Rotor kann ohne Gefahr einer Beeinträchtigung des Motors um ca. 0,2 mm bewegt werden.

Wellenspiel, max., radial/axial [μm]

Gibt das maximale Spiel an, das sich einstellt, wenn die Achse mit den angegebenen Kräften radial / axial bewegt wird.

Isolations- und Prüfspannung ¹⁾ [VDC]

Die Isolation zwischen Wicklung und Gehäuse wird mit dieser Spannung geprüft.

Gewicht [g]

Motorgewicht in Gramm.

¹⁾ Diese Parameter werden bei der Endkontrolle zu 100 % geprüft.

Auswahl der geeigneten Schrittmotoren

Die Auswahl eines Schrittmotors für eine Anwendung erfolgt über die Drehmomentkurven. Diese basieren auf den Last- und Bewegungsparametern des jeweiligen Schrittmotors.

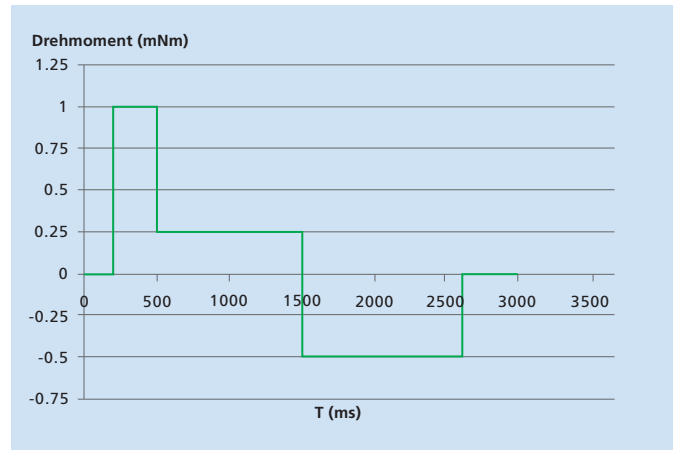
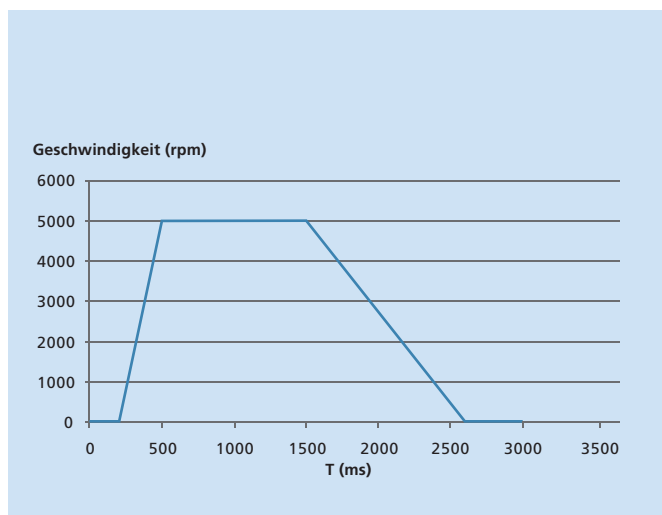
Eine mathematische Auslegung ohne Drehmomentkurven ist nicht möglich!

Folgende Parameter müssen bekannt sein:

- Bewegungsprofil
- Reibmoment und Massenträgheit
- Erforderliche Auflösung
- Verfügbarer Platz
- Strom- und Spannungsversorgung

1. Bestimmung der Last an der Motorwelle

Hier soll berechnet werden mit welchem Bewegungsprofil gearbeitet werden muss, um eine Bewegung innerhalb der vorgegebenen Zeit auszuführen. Mit den Lastparametern wie Reibung und Massenträgheit kann damit die maximale Drehzahl und das maximale Drehmoment berechnet und ein Motor ausgesucht werden, der diese Vorgaben erfüllt. Dies wurde im folgenden Beispiel durchgeführt.



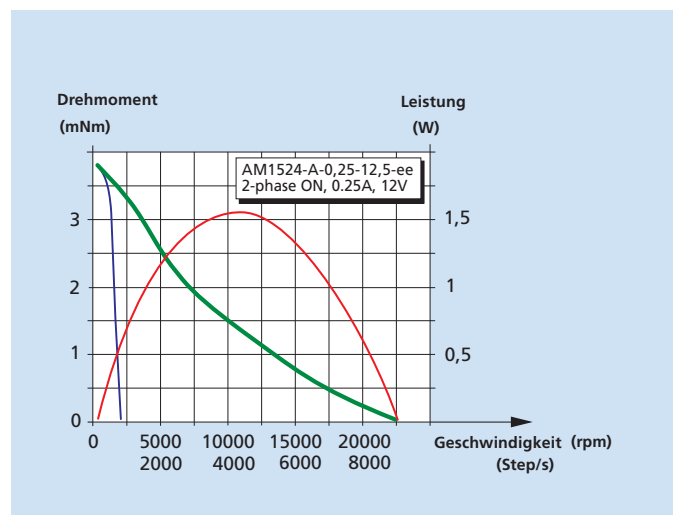
Für eine detaillierte Überprüfung sollte auch das Massenträgheitsmoment des Motors mit in die Drehmomentberechnung einbezogen werden.

Im vorliegenden Beispiel wird der AM1524, aus Gründen der Vorgabe des Durchmessers von max. 15 mm, in der Anwendung eingesetzt. Sein Massenträgheitsmoment wurde in der Drehmomentberechnung berücksichtigt.

2. Überprüfung der Motorleistung

Im vorliegenden Beispiel befindet sich der Punkt mit der höchsten Last mit $M = 1 \text{ mNm}$ bei $n = 5000 \text{ rpm}$ am Ende der Beschleunigungsphase. Dieser Punkt muss nun in die Drehmoment-Drehzahlkurve des ausgewählten Motors eingetragen werden.

Dabei sollte eine Sicherheit von 30 % mit eingerechnet werden. Der AM1524 ist auch mit diesem Sicherheitsfaktor in der Lage die geforderte Bewegung auszuführen. Sollte dies nicht der Fall sein, kann eine Getriebeuntersetzung eingeplant oder ein größerer Motor ausgewählt werden.



Für die Auswahl des Motors ist es nicht direkt erforderlich Spannungsmodus und Strommodus zu unterscheiden. Die Entscheidung welcher Modus eingesetzt werden soll muss aber getroffen werden, da die Leistungsabgabe desselben Motors dadurch sehr verschieden ist.

Im Spannungsmodus wird der Motor mit einem entsprechenden Treiber betrieben, der die Motorphasen mit der Nennspannung der Wicklung versorgt. Das Drehmoment sinkt hier mit steigender Drehzahl schnell ab.

Im Strommodus bleibt das Drehmoment auch bei höheren Drehzahlen erhalten. Dazu wird ein Stromtreiber verwendet und eine niederohmig ausgewählte Wicklung mit einer Spannung betrieben, die ein Vielfaches der Nennspannung der ausgewählten Motorwicklung beträgt. Stromtreiber stehen erst ab 10 V Betriebsspannung zur Verfügung und die gewählte Spannung für den Betrieb des Motors muss mindestens $U = 5 \times I \times R$ betragen, um die Leistung im Strommodus zu erreichen.

3. Die Auflösung des Schrittmotorantriebs

Für das gewählte Beispiel wird davon ausgegangen, dass die geforderte Winkelauflösung 9° beträgt.

Der Schrittwinkel des AM1524 wird mit 15° angegeben. Er kann, um die Auflösung zu erhöhen, im Halbschritt angesteuert werden, und kann so einen Schrittwinkel von $7,5^\circ$ ausführen. Durch Betrieb im Mikroschrittbetrieb kann seine Winkelauflösung noch erhöht werden. Allerdings erhöht sich auch der Winkelfehler, da der Schrittfehler eines Schrittmotors, ausgedrückt in % des Vollschritts, in seiner absoluten Höhe konstant bleibt.

Sollte die Auflösung durch diese Maßnahmen nicht hoch genug werden, kann durch ein Getriebe oder eine Spindel die Auflösung mechanisch erhöht werden.

Allgemeine Anwendungshinweise

Jeder Schrittmotor kann mit Vollschritt (2 Phasen oder 1 Phase bestromt), im Halbschritt oder im Mikroschritt betrieben werden. Das Haltemoment ist bei Voll-, Halb- und Mikroschritt gleich groß (bei konstantem I^2R -Verlust ist auch das Haltemoment konstant).

Üblicherweise stellt man die Theorie an einem Schrittmotor-Grundmodell mit 2 Phasen und 1 Polpaar dar, weil an so einem Modell der mechanische und elektrische Winkel gleich sind.

- Bei Vollschritt, eine Phase bestromt, müssen die Phasen nacheinander bestromt werden:
 1. A+ 2. B+ 3. A- 4. B-
- Im Halbschritt schaltet man Phase:
 1. A+ 2. A+B+
 3. B+ 4. A-B+ 5. A- 6. A-B- 7. B- 8. A+B-

- Soll jeder Halbschritt dasselbe Haltemoment ergeben, so wird bei Strom in nur einer Phase dieser um den Faktor $\sqrt{2}$ erhöht.

Der Mikroschrittbetrieb bringt zwei wesentliche Vorteile, nämlich einen praktisch geräuschlosen Lauf sowie eine höhere Auflösung oder Anzahl der Zielpositionen. Beide hängen direkt mit der Zahl der Mikroschritte pro Vollschritt zusammen, welche im Prinzip beliebig wählbar ist, aber in der Praxis durch die zunehmenden Systemkosten begrenzt wird.

Die zu Beginn dieses Abschnitts gegebenen Erläuterungen zeigen, dass für einen Zyklus des Magnetfeld-Vektors (4 Vollschritte) die Steuerung mehrere definierte Werte der Phasenströme liefern muss, deren Zahl der Anzahl von Mikroschritten pro Vollschritt entspricht.

Bei 8 Mikroschritten wären dies 8 verschiedene Werte, die z.B. in Phase A den Strom vom Nennwert auf Null bringen, entsprechend der Kosinusfunktion von 0° bis 90° . Gleichzeitig steigt in Phase B der Strom von Null auf den Nennwert und folgt dabei dem Sinus von Null bis 90° . Die Werte sind in einem Ringzähler gespeichert und werden vom Programm der Steuerung abgerufen.

Für jeden Mikroschritt wird die jeweilige Zielposition durch die Vektorsumme der in beiden Phasen erzeugten Drehmomente definiert:

$$M_A = k \cdot I_A = k \cdot I_0 \cdot \cos \varphi$$

$$M_B = k \cdot I_B = k \cdot I_0 \cdot \sin \varphi$$

mit M = Drehmoment, k = Drehmomentkonstante, I_0 = Nennstrom der Phase.

Ein Schrittmotor ohne Last hat für Vollschritt-, Halbschritt- und Mikroschrittbetrieb stets denselben Positionsfehler.

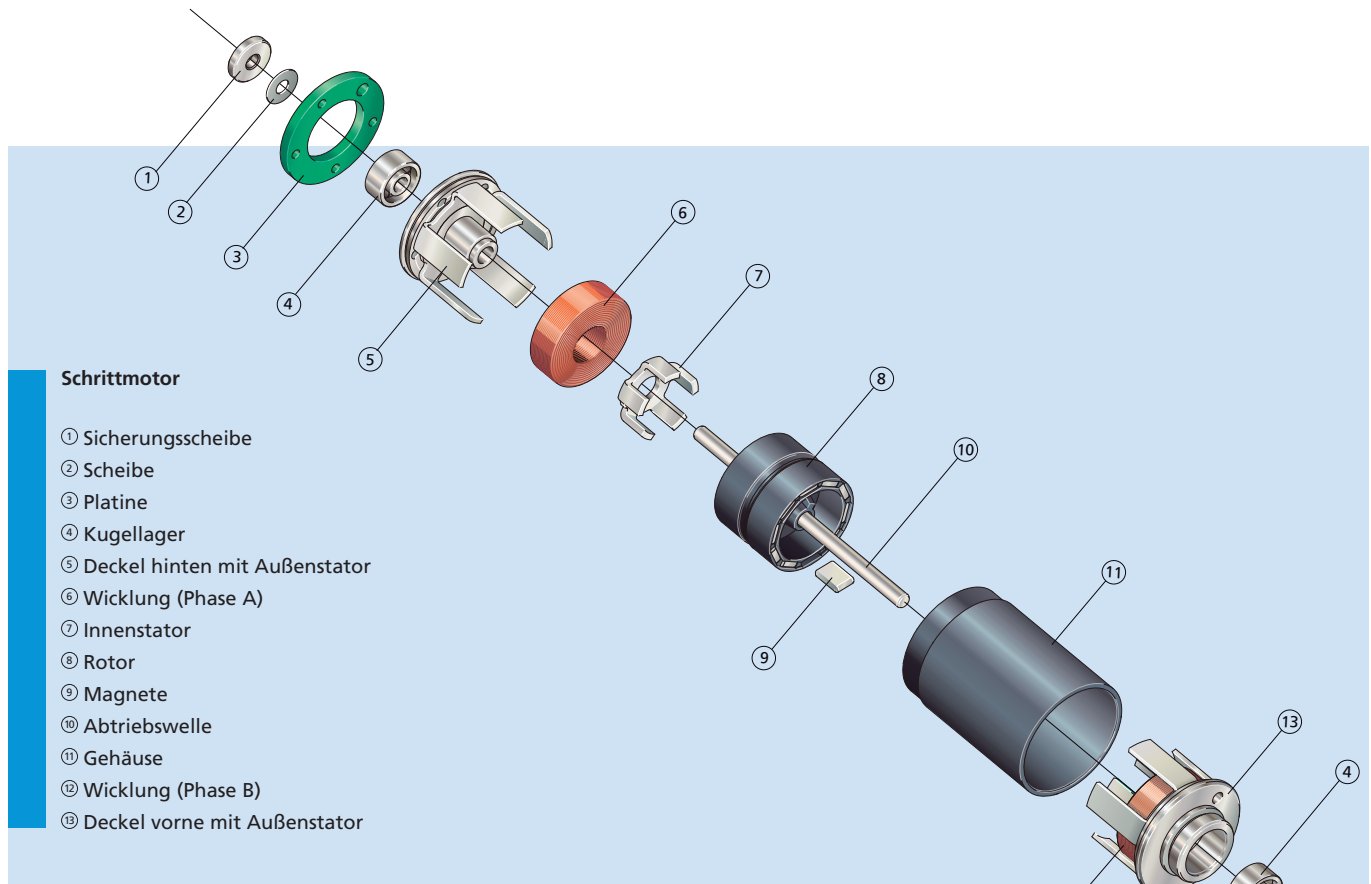
Daher hängt der Positionsfehler stets auch von der momentanen Rotorposition ab sowie vom genauen Betrag der Phasenströme und selbstverständlich von den Lastbedingungen.

4. Prüfung in der Anwendung

Jede Motorauslegung, die auf den obigen Betrachtungen beruht, muss nachher in der realen Anwendung überprüft werden. Dabei muss sichergestellt sein, dass alle Lastparameter, auch unter erschwerten Bedingungen, getestet werden.

Schrittmotoren

Zwei Phasen



Funktion

Die PRECstep® Schrittmotoren sind Zwei-Phasen-Schrittmotoren mit Permanentmagneten. Aufgrund des optimierten Aufbaus und durch den Einsatz von NdFeB-Magneten wird ein sehr gutes Leistungs-/Volumenverhältnis erreicht. Die Ansteuerung im Voll-, Halb- oder Mikroschrittbetrieb ermöglicht es, genaue Drehzahlprofile zu fahren oder eine Positioniersteuerung im offenen Regelkreis aufzubauen.

Der Rotor besteht aus einem Kunststoffträger, in dem Magnete spezifisch angeordnet sind, um 10 bis 12 Polpaare zu erzeugen, je nach Motorausführung.

Das große Magnetvolumen garantiert ein hohes Drehmoment, die Qualität des Magnetmaterials ermöglicht den Einsatz bei sehr tiefen Temperaturen und bis über 180 °C (Sonderausführung).

Zwei Wicklungen werden für die Statorn verwendet, eine für jede Phase. Sie sind auf jeder Seite des Rotors positioniert. Die inneren und äußeren Statorzinken erzeugen einen radialen Magnetfluss.

Nutzen und Vorteile

- Kostengünstiger Positionierbetrieb ohne Impulsgeber (offener Regelkreis)
- Hohe Leistungsdichte
- Langlebig
- Großer Temperaturbereich
- Drehzahlbereich bis 16 000 rpm bei Stromsteuerung (Chopperbetrieb)
- Voll-, Halb- und Mikroschrittbetrieb möglich

Produktkennzeichnung

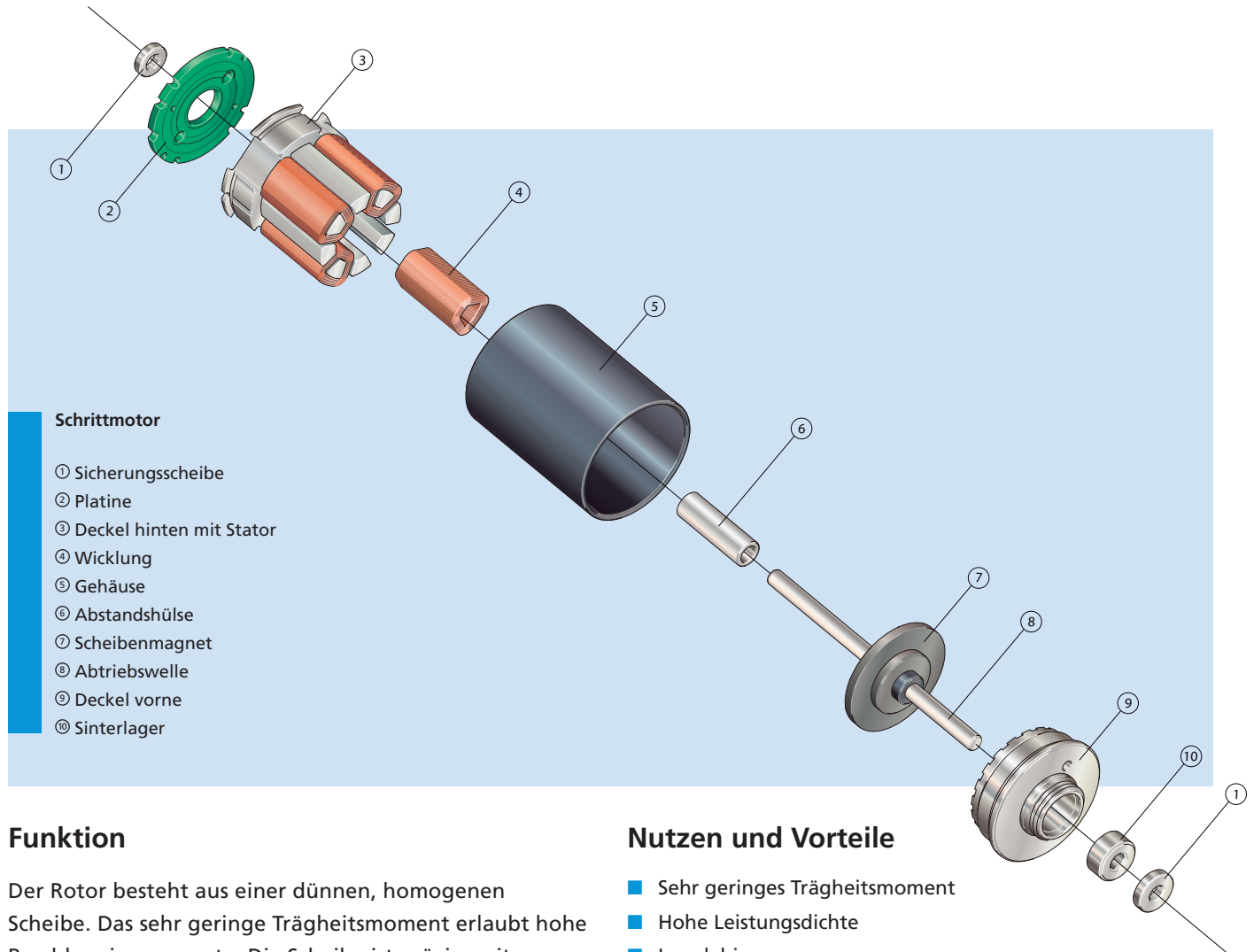


AM1524	Motorserie
2R	Lagerung
V-12-150	Wicklung
57	Motorausführung

AM1524-2R-V-12-150-57

Schrittmotoren

Zwei Phasen, mit Scheibenmagnet



Schrittmotor

- ① Sicherungsscheibe
- ② Platine
- ③ Deckel hinten mit Stator
- ④ Wicklung
- ⑤ Gehäuse
- ⑥ Abstandshülse
- ⑦ Scheibenmagnet
- ⑧ Abtriebswelle
- ⑨ Deckel vorne
- ⑩ Sinterlager

Funktion

Der Rotor besteht aus einer dünnen, homogenen Scheibe. Das sehr geringe Trägheitsmoment erlaubt hohe Beschleunigungswerte. Die Scheibe ist präzise mit 10 Polpaaren magnetisiert, woraus eine hohe Winkelgenauigkeit resultiert. Der Stator befindet sich nur auf einer Seite des Motors. 4 Wicklungen (2 pro Phase) generieren dazu den axialen Magnetfluss.

Sonderausführungen dieser Motortype bieten sehr gute Mikroschritt-Einsatzmöglichkeiten infolge des nicht vorhandenen Rastmoments.

Nutzen und Vorteile

- Sehr geringes Trägheitsmoment
- Hohe Leistungsdichte
- Langlebig
- Großer Temperaturbereich
- Sehr gut für Mikroschrittbetrieb geeignet

Produktkennzeichnung



ADM1220	Motorserie
2R	Lagerung
V2	Wicklung
01	Motorausführung

ADM1220-2R-V2-01

Lineare DC-Servomotoren



Lineare DC-Servomotoren

Technische Informationen

Lineare DC-Servomotoren

mit analogen Hall Sensoren
QUICKSHAFT® Technologie

Serie LM 1247 ... 01

	LM 1247-	020-01
1 Dauerkraft ¹⁾	F _{e max.}	3,6
2 Spitzenkraft ^{1) 2)}	F _{p max.}	10,7
3 Dauerstrom ¹⁾	I _{e max.}	0,55
4 Spitzenstrom ^{1) 2)}	I _{p max.}	1,66
5 Generator-Spannungskonstante		
6 Kraftkonstante ³⁾		

Erläuterungen zu den Datenblättern

Alle Werte bei 22 °C Umgebungstemperatur.

Dauerkraft F_{e max.} [N]

Die maximale Schubkraft im Dauerbetrieb bei der maximal zulässigen Betriebstemperatur.

$$F_{e \max.} = k_F \cdot I_{e \max.}$$

Spitzenkraft F_{p max.} [N]

Die maximale Schubkraft im intermittierenden Betrieb (max. 1 s, 10% Arbeitszyklus) bei der maximal zulässigen Betriebstemperatur.

$$F_{p \max.} = k_F \cdot I_{p \max.}$$

Dauerstrom I_{e max.} [A]

Der maximal zulässige Strom im Dauerbetrieb bei der maximal zulässigen Betriebstemperatur.

$$I_{e \max.} = \sqrt{\frac{T_{125} - T_{22}}{R \cdot (1 + \alpha_{22} \cdot (T_{125} - T_{22})) \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2})}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

Spitzenstrom I_{p max.} [A]

Der maximal zulässige Spitzenstrom im Kurzzeitbetrieb (max. 1 s, 10% Arbeitszyklus) bei der maximal zulässigen Betriebstemperatur.

Generator-Spannungskonstante k_E [V/m/s]

Die Motorkonstante, die das Verhältnis zwischen der induzierten Spannung in den Motorphasen und der linearen Bewegungsgeschwindigkeit beschreibt.

$$k_E = \frac{2 \cdot k_F}{\sqrt{6}}$$

Kraftkonstante k_F [N/A]

Die Konstante, die das Verhältnis zwischen der geleisteten Motorkraft und dem Stromverbrauch beschreibt.

Anschlusswiderstand, Phase-Phase R [Ω] ±12%

Der zwischen jeweils zwei Motorphasen gemessene Widerstand. Der Wert ist direkt von der Spulentemperatur abhängig (Temperaturkoeffizient: α₂₂ = 0,004 K⁻¹).

Anschlussinduktivität, Phase-Phase L [μH]

Die bei 1 kHz zwischen zwei Phasen gemessene Induktivität.

Hublänge, s_{max.} [mm]

Die maximale Hublänge vom Läuferstab.

Wiederholgenauigkeit [μm]

Die maximal gemessene Abweichung, wenn mehrfach die gleiche Bewegung unter gleichen Bedingungen wiederholt wird.

Präzision [μm]

Die maximalen Positionierungsfehler. Dieser Wert entspricht der Differenz zwischen der gesetzten und der gemessenen Position des Systems.

Beschleunigung a_{e max.} [m/s²]

Die maximale Beschleunigung aus dem Stillstand, ohne Last.

$$a_{e \max.} = \frac{F_{e \max.}}{m_m}$$

Geschwindigkeit v_{e max.} [m/s]

Die maximale Geschwindigkeit aus dem Stillstand, ohne Last, bei einem dreieckigen Geschwindigkeitsprofil und maximaler Hublänge.

$$v_{e \max.} = \sqrt{a_{e \max.} \cdot s_{\max.}}$$

Wärmewiderstände R_{th1} / R_{th2} [K/W]

R_{th1} entspricht dem thermischen Übergangswiderstand zwischen Spule und Gehäuse.

R_{th2} entspricht dem thermischen Übergangswiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung.

Der Wert für R_{th2} kann durch den Einsatz eines Kühlkörpers und/oder durch Zwangsbelüftung verbessert werden.

Thermische Zeitkonstante τ_{w1} / τ_{w2} [s]

Die Zeitkonstante der Spule (τ_{w1}) und vom Gehäuse (τ_{w2}).

Betriebstemperaturbereich [°C]

Die minimal und maximal zulässigen Betriebstemperaturwerte.

Lineare DC-Servomotoren

Technische Informationen

Läuferstabgewicht m_m [g]

Das Gewicht des Läuferstabes mit den Magneten.

Gesamtgewicht m [g]

Das Gesamtgewicht vom Linear DC-Servomotor.

Magnetischer Polabstand τ_m [mm]

Die Distanz zwischen zwei gleichen Polpaaren.

Läuferstab Lager

Das Material und die Ausführung der Läuferstablager.

Gehäusematerial

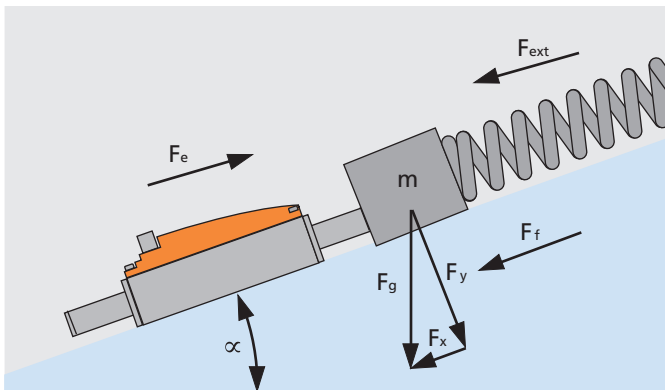
Das Material vom Motorgehäuse.

Bewegungsrichtung

Die Bewegungsrichtung ist reversibel und wird durch die Ansteuerungselektronik bestimmt.

Kräfteberechnung

Um eine Masse eine Neigung hochzubewegen, muss ein Motor eine Kraft ausüben, um die Last zu beschleunigen und alle gegen diese Bewegung wirkenden Kräfte zu überwinden.



Die Summe der in der oben stehenden Zeichnung gezeigten Kräfte muss gleich sein zu:

$$\sum F = m \cdot a \quad [N]$$

Gibt man die verschiedenen Kräfte in diese Gleichung ein, folgt daraus:

$$F_e - F_{ext} - F_f - F_x = m \cdot a \quad [N]$$

dabei gilt:

F_e :	Dauerkraft des Motors	[N]
F_{ext} :	Externe Kraft	[N]
F_f :	Reibungskraft $F_f = m \cdot g \cdot \mu \cdot \cos(\alpha)$	[N]
F_x :	Parallelkraft $F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$	[N]
m :	Gesamtmasse	[kg]
g :	Gravitation	[m/s ²]
a :	Beschleunigung	[m/s ²]

Bewegungsprofile

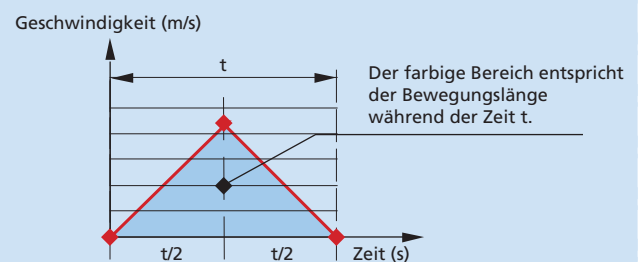
Das Bewegen jeder Masse von Punkt A zu Punkt B unterliegt den Gesetzen der Kinematik.

Die Formeln einer geradlinigen Bewegung und einer kontinuierlichen, beschleunigten Bewegung erlauben die verschiedenen Geschwindigkeits- und Zeitprofile zu definieren.

Bevor die vom Motor zu leistende kontinuierliche Arbeitskraft berechnet werden kann, muss ein Geschwindigkeitsprofil mit den verschiedenen Lastbewegungen definiert werden.

Dreieckiges Geschwindigkeitsprofil

Das dreieckige Geschwindigkeitsprofil besteht nur aus der Beschleunigungs- und Abbremszeit.



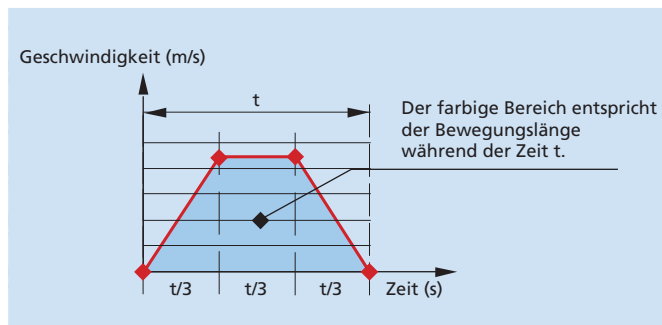
Bewegung: $s = \frac{1}{2} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4} \cdot a \cdot t^2 = \frac{v^2}{a} \quad [m]$

Geschwindigkeit: $v = 2 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{2} = \sqrt{a \cdot s} \quad [m/s]$

Beschleunigung: $a = 4 \cdot \frac{s}{t^2} = 2 \cdot \frac{v}{t} = \frac{v^2}{s} \quad [m/s^2]$

Trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil

Das trapezförmige Geschwindigkeitsprofil, konstante Beschleunigung, konstante Geschwindigkeit und Abbremsen erlauben eine einfache Berechnung, die vielen praxisnahen Anwendungen entspricht.



Bewegung: $s = \frac{2}{3} \cdot v \cdot t = \frac{1}{4,5} \cdot a \cdot t^2 = 2 \cdot \frac{v^2}{a}$ [m]

Geschwindigkeit: $v = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = \frac{a \cdot t}{3} = \sqrt{\frac{a \cdot s}{2}}$ [m/s]

Beschleunigung: $a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 3 \cdot \frac{v}{t} = 2 \cdot \frac{v^2}{s}$ [m/s²]

Auswahl eines linearen DC-Servomotors

Dieser Abschnitt beschreibt Schritt für Schritt den Vorgang zur Auswahl eines linearen DC-Servomotors.

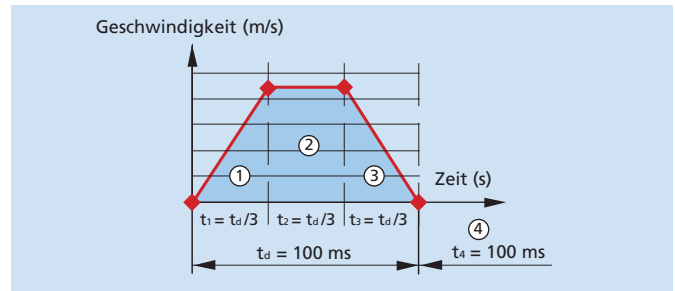
Definition des Geschwindigkeitsprofils

Zu Beginn ist es notwendig, das Geschwindigkeitsprofil der Lastbewegungen zu definieren.

Die Eigenschaften der Bewegungen müssen zu Beginn berücksichtigt werden. Wie hoch ist die maximale Geschwindigkeit? Wie stark soll die Masse beschleunigt werden? Wie lang ist die Bewegung, welche die Masse durchführen soll? Wie lange ist die Ruhezeit?

Sind die Parameter der Bewegung nicht klar definiert, wird empfohlen, ein dreieckiges oder trapezförmiges Profil zu verwenden.

Nehmen wir eine Last von 500 g, die in 100 ms 20 mm weit auf einer Neigung mit einem Steigungswinkel von 20° bewegt werden muss und berücksichtigen ein trapezförmiges Geschwindigkeitsprofil.



	Einheit	①	②	③	④
s (Bewegungsdistanz)	m	0,005	0,01	0,005	0
v (Geschwindigkeit)	m/s	0 ... 0,3	0,3	0,3 ... 0	0
a (Beschleunigung)	m/s ²	9,0	0	-9,0	0
t (Zeit)	s	0,033	0,033	0,033	0,100

Berechnungsbeispiel

Geschwindigkeit und Beschleunigung für Teil ①

$$v_{\max} = 1,5 \cdot \frac{s}{t} = 1,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$a = 4,5 \cdot \frac{s}{t^2} = 4,5 \cdot \frac{20 \cdot 10^{-3}}{(100 \cdot 10^{-3})^2} = 9 \text{ m/s}^2$$

Kräfteberechnung

Unter der Annahme einer Last von 500 g und einem Reibungskoeffizienten von 0,2 ergeben sich folgende Kräfte:

Kraft	Einheit	Symbol	vorwärts				rückwärts			
			①	②	③	④	①	②	③	④
Reibung	N	F _r	0,94	0,94	0,94	-0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Parallel	N	F _x	1,71	1,71	1,71	1,71	-1,71	-1,71	-1,71	-1,71
Beschleunigung	N	F _a	4,5	0	-4,5	0	4,5	0	-4,5	0
Gesamt	N	F _t	7,15	2,65	-1,85	0,77	3,73	-0,77	-5,27	-0,77

Berechnungsbeispiel

Reibungs- und Beschleunigungskräfte für Teil ①

$$F_r = m \cdot g \cdot \cos(\infty) = 0,5 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot \cos(20^\circ) = 0,94 \text{ N}$$

$$F_a = m \cdot a = 0,5 \cdot 9 = 4,5 \text{ N} = 4,5 \text{ N}$$

Auswahl des Motors

Da nun die Kräfte der drei Teile des Profils bekannt sind, können die erforderlichen Spitzen- und Dauerkräfte in Abhängigkeit der Zeit jedes Teils berechnet werden.

Die Spitzenkraft ist die größte Kraft, die während des Arbeitszyklus erreicht wird.

$$F_p = \max(|7,15|, |2,65|, |-1,85|, |0,77|, |3,73|, |-0,77|, |-5,27|, |-0,77|) = 7,15 \text{ N}$$

Lineare DC-Servomotoren

Technische Informationen

Die Dauerkraft wird durch folgende Formel errechnet:

$$F_e = \sqrt{\frac{\sum (t \cdot F_t^2)}{2 \cdot \sum t}} = \dots$$

$$F_e = \sqrt{\frac{0,033 \cdot 7,15^2 + 0,033 \cdot 2,65^2 + 0,033 \cdot (-1,85)^2 + 0,1 \cdot 0,77^2 + 0,033 \cdot 3,73^2 + 0,033 \cdot (-0,77)^2 + 0,033 \cdot (-5,27)^2 + 0,1 \cdot (-0,77)^2}{2 \cdot (0,033 + 0,033 + 0,033 + 0,1)}} = 2,98 \text{ N}$$

Mit diesen beiden Werten ist es nun möglich, den geeigneten Motor für die Anwendung zu finden.

Linearer DC-Servomotor **LM 1247-020-01**

$s_{\max.} = 20 \text{ mm}$; $F_{e \max.} = 3,09 \text{ N}$; $F_{p \max.} = 9,26 \text{ N}$

Temperaturberechnung der Spulenwicklung

Um die Temperatur der Spulenwicklung zu ermitteln, muss der Dauerstrom berechnet werden. Wenn man für das vorliegende Beispiel eine Dauerkraft von 6,43 N/A berücksichtigt, ergibt sich daraus:

$$I_e = \frac{F_e}{k_f} = \frac{2,98}{6,43} = 0,46 \text{ A}$$

Mit einem elektrischen Widerstand von 13,17 Ω , einem gesamten Wärmewiderstand von 26,2 $^{\circ}\text{C/W}$ ($R_{th1} + R_{th2}$) und einem reduzierten Wärmewiderstand R_{th2} um 55% ($0,45 \cdot R_{th2}$), ergibt sich eine Spulentemperatur von:

$$T_c(I) = \frac{R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot (I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \cdot (1 - \alpha_{22} \cdot T_{22}) + T_{22}}{1 - \alpha_{22} \cdot R \cdot (R_{th1} + 0,45 \cdot R_{th2}) \cdot (I_e \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2} = \dots$$

$$T_c(I) = \frac{13,17 \cdot (8,1 + 0,45 \cdot 18,1) \cdot (0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 \cdot (1 - 0,0038 \cdot 22) + 22}{1 - 0,0038 \cdot 13,17 \cdot (8,1 + 0,45 \cdot 18,1) \cdot (0,46 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2} = 113,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Motorkennlinien

Bewegungsprofil:

Trapezförmig ($t_1 = t_2 = t_3$), vorwärts und rückwärts

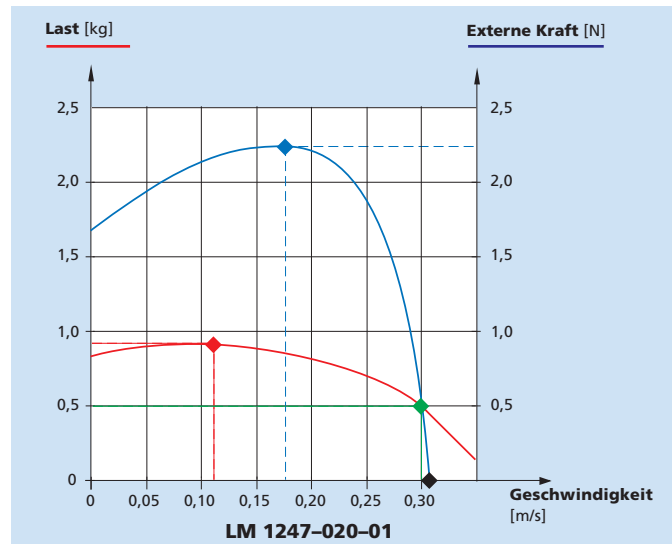
Motorkennlinien-Diagramm für den linearen DC-Servomotor mit den folgenden Parametern:

Bewegungsstrecke: 20 mm

Reibungskoeffizient: 0,2

Neigungswinkel: 20°

Ruhezeit: 0,1 s



Lastkurve

Die Lastkurve ermöglicht es, die maximal zulässige Last für eine bestimmte Geschwindigkeit bei 0 N externer Kraft abzulesen.

Die Kurve zeigt eine maximale Last (♦) von 0,87 kg bei einer Geschwindigkeit von 0,11 m/s.

Externe Kraftkurve

Die externe Lastkurve ermöglicht es, die maximal zulässige externe Kraft, bei einer bestimmten Geschwindigkeit mit einer Last von 0,5 kg abzulesen.

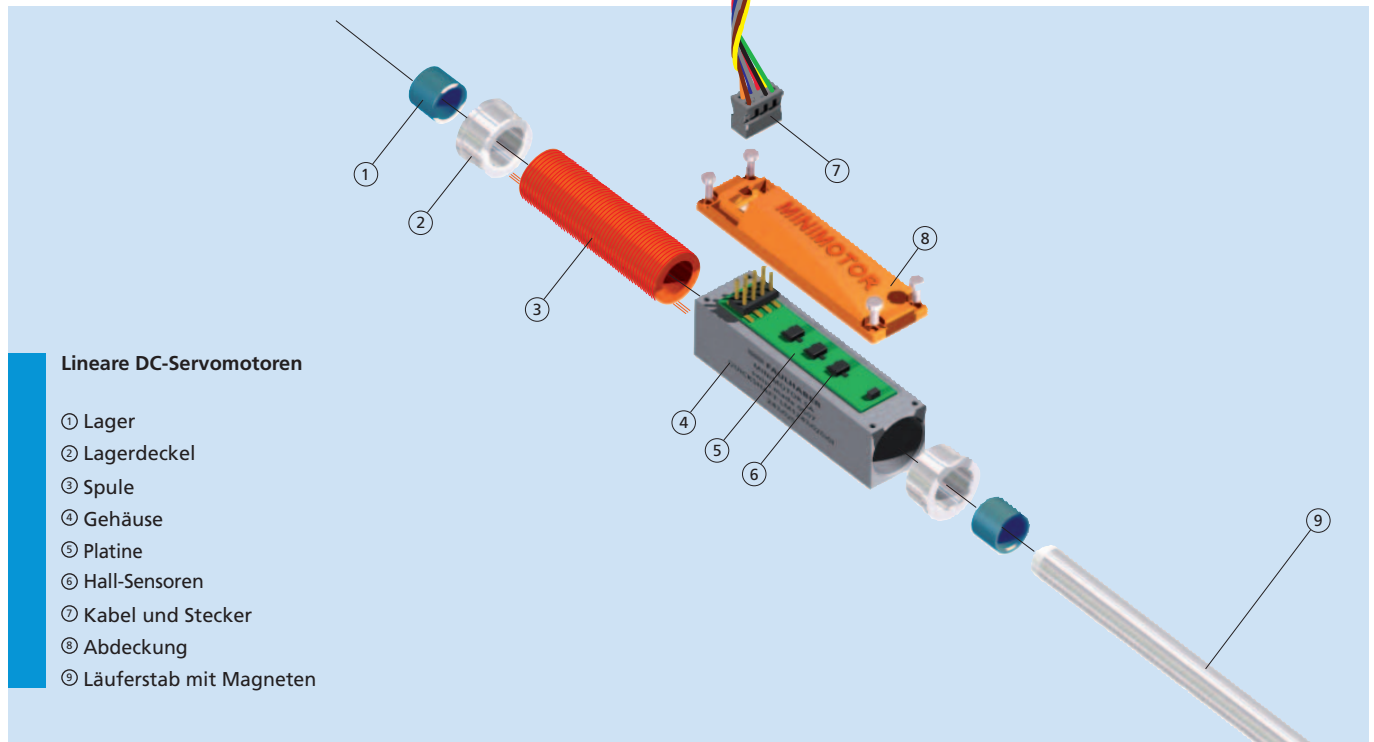
Die Kurve zeigt, dass die maximal erreichbare Geschwindigkeit (♦) ohne externe Kräfte bei einer Masse von 0,5 kg bei 0,31 m/s liegt.

Somit liegt die maximal anzuwendende externe Kraft (♦) bei einer Geschwindigkeit von 0,3 m/s bei 0,5 N.

Die externe Spitzenkraft (♦) wird bei einer Geschwindigkeit von 0,17 m/s erreicht und entspricht einer maximal anzuwendenden externen Kraft von 2,27 N.

Lineare DC-Servomotoren

QUICKSHAFT® Technologie



Lineare DC-Servomotoren

- ① Lager
- ② Lagerdeckel
- ③ Spule
- ④ Gehäuse
- ⑤ Platine
- ⑥ Hall-Sensoren
- ⑦ Kabel und Stecker
- ⑧ Abdeckung
- ⑨ Läuferstab mit Magneten

Funktion

QUICKSHAFT® kombiniert die Geschwindigkeit und Robustheit eines pneumatischen Systems mit der Flexibilität und der Zuverlässigkeit eines elektromechanischen Linearmotors. Die innovative Konstruktion mit einer selbsttragenden Dreiphasenspule und antimagnetischem Stahlgehäuse resultiert in einer außerordentlichen Leistung.

Dank dem hervorragenden linearen Kraft-/ Stromverhältnis und dem Fehlen statischer Rastmomente ist dieser Antrieb besonders ideal für den Einsatz bei Mikro-Positionieraufgaben geeignet. Die Positionskontrolle der linearen QUICKSHAFT® DC-Servomotoren ist über die integrierten Hall-Sensoren einfach zu realisieren.

Die Lebensdauer der linearen DC-Servomotoren wird hauptsächlich durch die Lebensdauer der Hülsenlager beeinflusst. Deren Verschleiß hängt stark von der Betriebsgeschwindigkeit und der Last des Läuferstabs ab.

Nutzen und Vorteile

- Hohe Dynamik
- Ausgezeichnetes Leistungs-/ Volumenverhältnis
- Keine Rastmomente vorhanden
- Antimagnetisches Stahlgehäuse
- Kompakte und robuste Konstruktion
- Benötigt keine Schmierung
- Einfacher Einbau und Inbetriebnahme

Produktkennzeichnung



LM	Linearer Motor
12	Breite des Motors □ [mm]
47	Länge des Motors [mm]
020	Hublänge [mm]
01	Sensortyp: Linear

LM1247-020-01

Präzisionsgetriebe



Präzisionsgetriebe

Technische Informationen

Allgemeine Angaben

Lebensdauer

Die Lebensdauer eines Getriebes und einer Motor-Getriebe-Kombination hängt von folgenden Faktoren ab:

- Eingangsdrehzahl
- Abtriebsdrehmoment
- Betriebsbedingungen
- Umgebung und Einbau in andere Systeme

Da bei jeder Anwendung außerordentlich viele Parameter mitspielen, ist es fast unmöglich, die Lebensdauer eines bestimmten Getriebes oder einer Motor-Getriebe-Kombination genau anzugeben. Um die Lebensdauer zu erhöhen, stehen zahlreiche Wahlmöglichkeiten zur Verfügung: Kugellager, ausschließlich Metallzahnräder, Sonderfettung usw.

Lager – Schmierung

Die Getriebe sind entweder mit Sinter- oder Kugellager an der Abtriebswelle lieferbar. Wo angegeben, sind Kugellager mit Federscheiben vorgespannt, um die Laufeigenschaften der Lager zu verbessern.

Eine höhere axiale Wellenbelastung oder eine höhere Aufpresskraft als in den Datenblättern spezifiziert, hebt die Vorspannung der Kugellager auf. Die Satellitenzahnäder der Planetengetriebe der Serien 38/1 und 38/2 werden einzeln auf Sintergleitlagern geführt. Die Zahnäder der Getriebeserie 38A und 44/1 laufen auf Kugel- und Nadellagern. Alle Lager sind für die vorgesehene Lebensdauer geschmiert. Ein Nachschmieren ist unnötig und zu vermeiden. Die Verwendung nicht empfohlener Schmiermittel kann sich negativ auf Funktion und Lebensdauer der Getriebe auswirken. Die Standardschmierung gewährt eine optimale Lebensdauer bei einem Minimum an Stromaufnahme im Leerlauf. Für den Betrieb in extremen Temperaturbereichen und unter Vakuum sind Getriebe mit Spezialfettung erhältlich.

Erläuterungen zu den Datenblättern

Maße ohne Toleranzangabe

Die Toleranzen entsprechen ISO 2768 mittel.

≤ 6	= ± 0,1 mm
≤ 30	= ± 0,2 mm
≤ 120	= ± 0,3 mm

Eingangsdrehzahl

Die maximale empfohlene Eingangsdrehzahl für Dauerbetrieb dient als Richtlinie. Es ist zulässig, das Getriebe mit höheren Drehzahlen zu betreiben. Im Interesse einer optimalen Lebensdauer sollte jedoch bei Anwendungen,

die Dauerbetrieb und lange Lebensdauer erfordern, die empfohlene Drehzahl berücksichtigt werden.

Kugellager

Falls nicht extra aufgeführt, entsprechen die Werte für Belastung und Lebensdauer den Angaben der Kugellagerhersteller.

Betriebstemperaturbereich

Der Standardbereich ist auf den Datenblättern vorgegeben. Die Werte für Spezialausführungen mit erweiterten Temperaturbereichen können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Untersetzungsverhältnis

Die in den Tabellen aufgeführten Werte sind nominal und gerundet. Das genaue Untersetzungsverhältnis kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Ausgangsdrehmoment

Dauerbetrieb:

Das Dauerdrehmoment stellt die dauerhaft zulässige Belastung des Getriebes dar. Eine Überschreitung dieses Wertes verkürzt die Lebensdauer.

Kurzzeitbetrieb:

Das Kurzzeitdrehmoment kann nur für eine kurze Zeit gehalten werden. Die Intervalle sollten 5 % des Dauerbetriebszyklus nicht überschreiten.

Drehrichtung, reversibel

Alle Getriebe sind für Rechts- und Linkslauf gleich gut geeignet. Die Angabe bezieht sich auf den Drehsinn der Abtriebswelle (auf das Wellenende gesehen), wobei der Motor immer rechtslaufend ist.

Getriebeispiel

Das Getriebeispiel ist definiert als der Wert, um den die Weite des Zahnzwischenraums die Weite der in Eingriff befindlichen Zähne auf dem Wälzkreisdurchmesser übersteigt.

Getriebeispiel ist nicht zu verwechseln mit der Elastizität oder der Torsionssteifigkeit des Systems.

Grundsätzlich dient das Spiel dazu, ein Verklemmen zu vermeiden. Ein geringes Spiel ist notwendig, um Platz für die Schmierung zu schaffen und unterschiedliche Ausdehnungen zwischen den Getriebekomponenten zu ermöglichen. Das Spiel wird an der Ausgangswelle gemessen.

Präzisionsgetriebe

Technische Informationen

Spielarme Getriebe

Die Stirnradgetriebe der Serien 08/3, 12/5, 15/8, 16/8 und 22/5 mit zwei Getriebepfaden sind als spielarm zu bezeichnen, wenn diese mit FAULHABER DC-Mikromotoren vorgespannt sind. Vorgespannte Getriebe bewirken eine geringfügige Reduzierung im gesamten Wirkungsgrad und in der Belastbarkeit.

Die Konstruktion der spielarmen Getriebe von FAULHABER bietet, mit einigen Einschränkungen, ein ausgezeichnetes sowie einzigartiges Produkt, das für viele Positionieranwendungen mit niedrigem Drehmoment und hoher Präzision einsetzbar ist.

Aufgrund der Herstelltoleranzen können vorgespannte Getriebe höhere und unregelmäßige interne Reibungsdrehmomente erzeugen, die wiederum zu einem höheren und wechselnden Stromverbrauch im Motor führen.

Die Vorspannung, insbesondere bei kleinen Untersetzungsverhältnissen ist sehr empfindlich. Die Vorspannung wird nach einem definierten Einlaufprozess für beide Drehrichtungen eingestellt. Daher sind vorgespannte Stirnradgetriebe nur mit werksseitig montierten Motoren verfügbar.

Der echte spielarme Betrieb ist nur bei neuen Getrieben möglich. In Abhängigkeit von der Applikation kann während des Betriebs ein leichtes Spiel auftreten, sobald an den Zahnrädern Verschleiß auftritt. Falls diese Abnutzung nicht zu groß ist, kann ein erneutes Vorspannen in Betracht gezogen werden, um die ursprüngliche Spielarmut wiederherzustellen.

Hinweise für die Montage

Bei der Montage eines Stirnradgetriebes an einen Motor muss dieser sehr langsam laufen. Dadurch lässt sich eine Beschädigung der Eingangszahnräder durch schlechten Eingriff des Motorritzels vermeiden. Die Getriebe werden durch Verwendung eines geeigneten Klebstoffes (z. B. Loctite 638) mit dem Motor gesichert.

Planetengetriebe dürfen dagegen nicht bei laufendem Motor montiert werden. Vor der Getriebemontage müssen die Zahnräder der Eingangsstufe mit dem Motorritzel in die richtige Lage zueinander gebracht werden, um Beschädigungen zu vermeiden.

Es wird empfohlen, die Motoren und Getriebe werksseitig montieren und prüfen zu lassen. Dies stellt eine optimale Abstimmung sowie einen möglichst niedrigen Stromverbrauch sicher.

Bei stirnseitiger Befestigung eines Getriebes ist darauf zu achten, die angegebene Gewinde-Einschraubtiefe nicht zu überschreiten. Ein zu tiefes Einschrauben kann zu Beschädigungen führen. Getriebe mit Metallgehäuse können radial mit einer Stellschraube gesichert werden.

Auswahl des geeigneten Getriebes

Dieses Kapitel beschreibt Schritt für Schritt, wie bei der Auswahl des geeigneten Getriebes vorzugehen ist.

Anwendungsdaten

Die für jede Anwendung wesentlichen Daten sind:

Erforderliches Drehmoment	M	[mNm]
Erforderliche Drehzahl	n	[rpm]
Einschaltdauer	δ	[%]
Max. verfügbarer Platz	Durchmesser/Länge	[mm]
Wellenbelastung	radial/axial	[N]

Das vorliegende Beispiel geht von folgenden Anwendungsdaten aus:

Abtriebsdrehmoment	M	=	120 mNm
Drehzahl	n	=	30 rpm
Einschaltdauer	δ	=	100%
Max. verfügbarer Platz	Durchmesser	=	18 mm
	Länge	=	60 mm
Wellenbelastung	radial	=	20 N
	axial	=	4 N

Um die Berechnung zu vereinfachen, wird in diesem Beispiel vom Dauerbetrieb ausgegangen.

Vorauswahl

Aus dem Katalog wird ein Getriebe ausgewählt, dessen Abtriebsdrehmoment im Dauerbetrieb größer ist als das der Anwendung. Im Fall von intermittierendem Betrieb geht man bei der Auswahl des Getriebes von dem Abtriebsdrehmoment für intermittierenden Betrieb aus. Die Werte für die Wellenbelastung und Gehäuseabmessungen, Gesamtlänge mit Motor müssen ebenfalls die Mindestanforderungen erfüllen. Für diese Anwendung wird das Planetengetriebe 16/7 gewählt.

Abtriebsdrehmoment, Dauerbetrieb	M _{max.}	=	300 mNm
Max. empf. Eingangsdrehzahl für			
- Dauerbetrieb	n	≤	5 000 rpm
- Wellenbelastung	radial	≤	30 N
	axial	≤	5 N

Berechnung des Untersetzungsverhältnisses

Um das theoretische Untersetzungsverhältnis zu berechnen, teilt man die für Dauerbetrieb empfohlene maximale Eingangsdrehzahl durch die gewünschte Abtriebsdrehzahl.

$$i_N = \frac{\text{Empfohlene max. Eingangsdrehzahl}}{\text{gewünschte Abtriebsdrehzahl}}$$

Aus dem Datenblatt für das Getriebe wird ein Untersetzungsverhältnis gewählt, das gleich groß oder kleiner als die berechnete Untersetzung ist.

Im vorliegenden Beispiel wurde das Untersetzungsverhältnis 159 : 1 gewählt.

Berechnung der Eingangsdrehzahl n_{input}

$$n_{input} = n \cdot i \quad [\text{rpm}]$$

$$n_{input} = 30 \cdot 159 = 4\,770 \quad \text{rpm}$$

Berechnung des Eingangsdrehmomentes M_{input}

$$M_{input} = \frac{M \cdot 100}{i \cdot \eta} \quad [\text{mNm}]$$

Der Wirkungsgrad dieses Getriebes beträgt 60 %, also ist:

$$M_{input} = \frac{120 \cdot 100}{159 \cdot 60} = 1,26 \quad \text{mNm}$$

Die Werte stehen mit der Motorberechnung in Beziehung:

Eingangsdrehzahl	n_{input}	= 4 770	rpm
und			
Eingangsdrehmoment	M_{input}	= 1,26	mNm

Der für das ausgewählte Getriebe geeignete Motor muss mindestens das Doppelte des erforderlichen Eingangsdrehmomentes liefern können.

In dem vorliegenden Beispiel erzeugt der DC-Kleinstmotor 1624E024S mit 14VDC die gewünschte Drehzahl und das gewünschte Drehmoment.

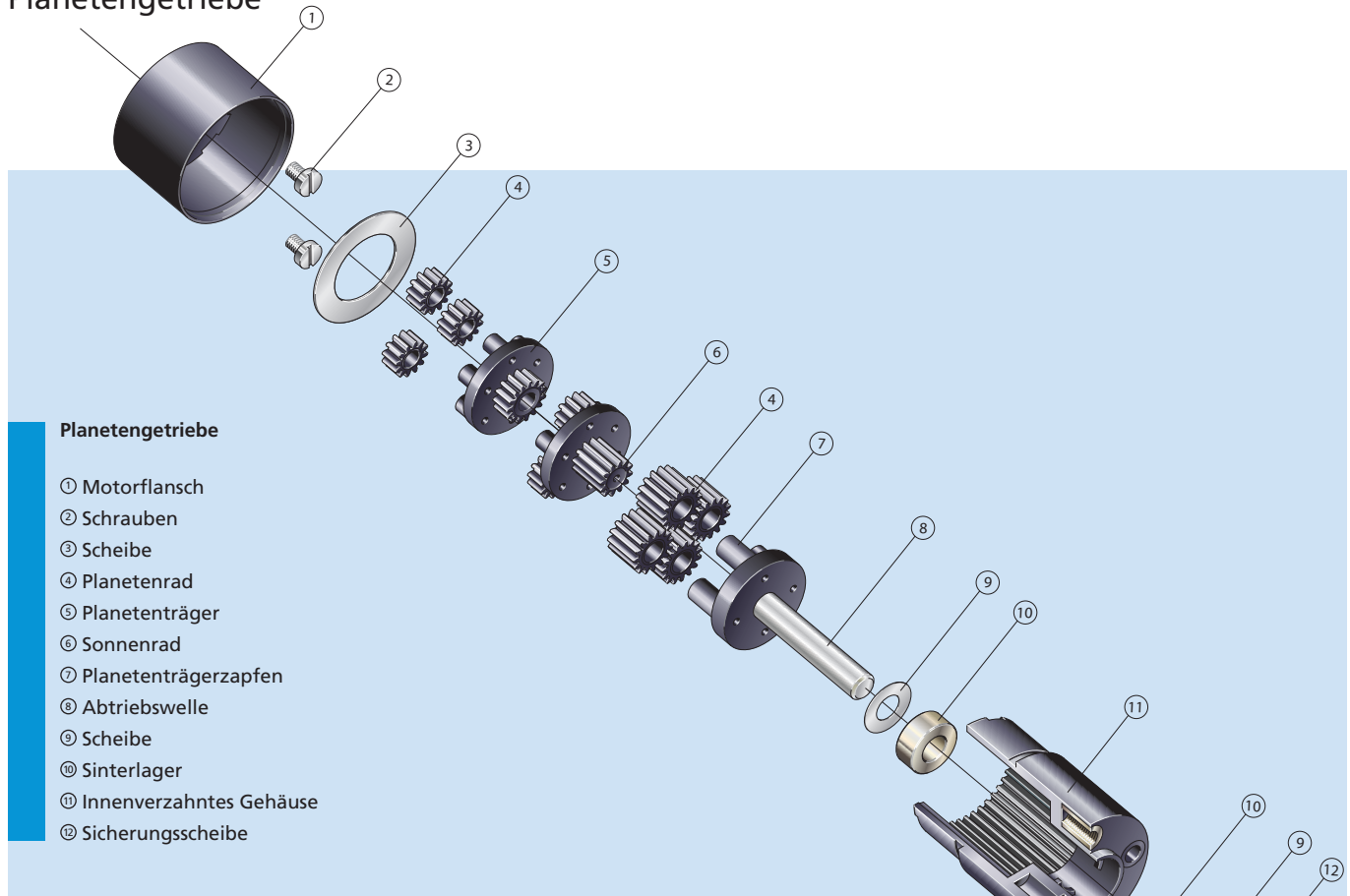
In der Praxis ist die Berechnung des idealen Motor-Getriebe-Antriebs nicht immer möglich. Detaillierte Werte für Drehmoment und Drehzahl sind meistens nicht klar definiert.

Es empfiehlt sich, geeignete Komponenten nach einer ersten Schätzung auszuwählen und die Einheiten dann in der Anwendung mit unterschiedlicher Versorgungsspannung zu testen, bis die gewünschten Werte für Drehzahl und Drehmoment erreicht sind.

Durch Aufzeichnung der angelegten Spannung und der Stromwerte können wir Ihnen helfen, die ideale Motor-Getriebe-Kombination zu finden.

Präzisionsgetriebe

Planetengetriebe



Planetengetriebe

- ① Motorflansch
- ② Schrauben
- ③ Scheibe
- ④ Planetenrad
- ⑤ Planetenträger
- ⑥ Sonnenrad
- ⑦ Planetenträgerzapfen
- ⑧ Abtriebswelle
- ⑨ Scheibe
- ⑩ Sinterlager
- ⑪ Innenverzahntes Gehäuse
- ⑫ Sicherungsscheibe

Funktion

Durch ihre robuste Bauweise eignen sich FAULHABER Metall-Planetengetriebe in Kombination mit FAULHABER DC-Kleinstmotoren ideal für Anwendungen, bei denen höchste Drehmomente gefragt sind. Um den Geräuschpegel bei höheren Drehzahlen zu reduzieren, sind die Zahnräder der Eingangsstufe in Kunststoff ausgeführt. Für höchste Drehmomente, Vakuumanwendungen oder hohe Temperaturen kann die Eingangsstufe in Stahl gewählt werden. Sonderfettungen unterstützen bei schwierigen Betriebsbedingungen.

Bei mittleren Abtriebsmomenten bieten FAULHABER Kunststoff-Planetengetriebe mit ihrer außergewöhnlichen Materialkombination das beste Preis-/Leistungsverhältnis. Auch bei Antrieben, bei denen das Leistungsgewicht eine Rolle spielt, fällt ein FAULHABER Kunststoffplanetenge triebe kaum ins Gewicht. Die Montage „Getriebe/Motor“ erfolgt sehr einfach über einen stirnseitig aufschraubbaren Getriebeflansch.

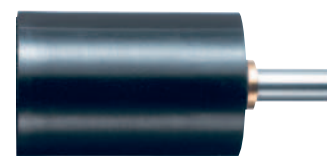


Metall-Planetengetriebe
Serie 12/4

Nutzen und Vorteile

- Je nach Anforderung wahlweise als Metall- oder Kunststoffgetriebe
- Verwendung von Hochleistungskunststoffen und Keramikbauteilen
- Unterschiedliche Abtriebslager erhältlich (Sinter-, Kugel- oder Keramiklager)
- Sonderversionen mit Spezialfettung für erweiterten Anwendungsbereich verfügbar
- Kompetente Realisierung von kundenspezifischen Ausführungen

Produktkennzeichnung

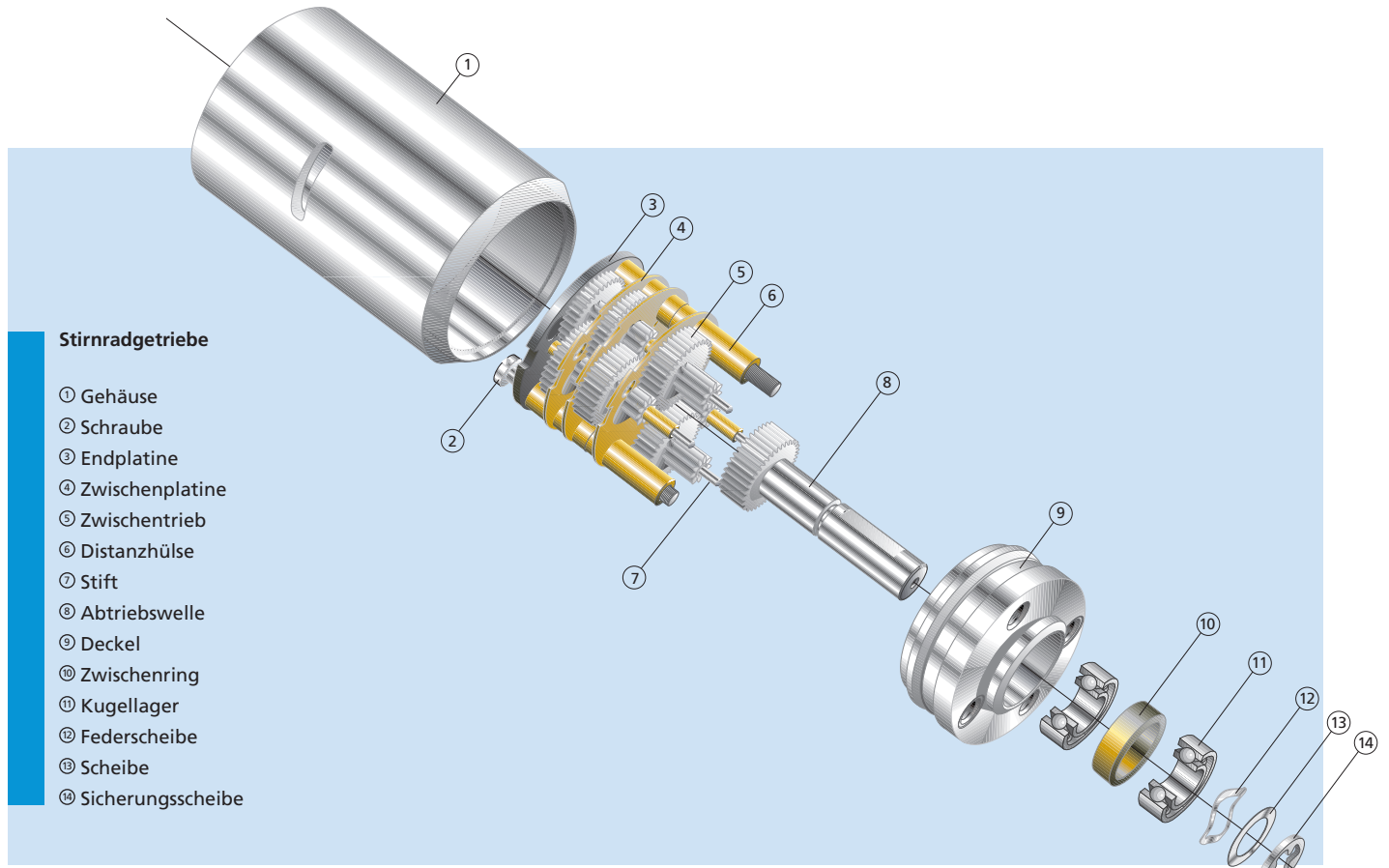


26	Getriebedurchmesser [mm]
A	Getriebeausführung
64:1	Untersetzungsverhältnis

26A 64:1

Präzisionsgetriebe

Stirnradgetriebe



Stirnradgetriebe

- ① Gehäuse
- ② Schraube
- ③ Endplatte
- ④ Zwischenplatte
- ⑤ Zwischentrieb
- ⑥ Distanzhülse
- ⑦ Stift
- ⑧ Abtriebswelle
- ⑨ Deckel
- ⑩ Zwischenring
- ⑪ Kugellager
- ⑫ Federscheibe
- ⑬ Scheibe
- ⑭ Sicherungsscheibe

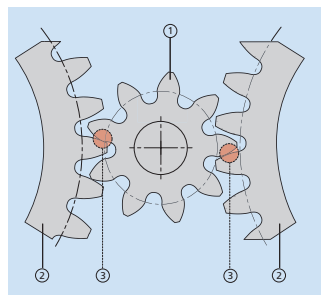
Funktion

Passend zu den FAULHABER DC-Kleinstmotoren steht eine breite Auswahl hochwertiger FAULHABER Stirnradgetriebe zur Verfügung. Die Ganzmetall-Konstruktionen überzeugen durch ihren gleichmäßigen und ruhigen Lauf. Aufgrund der außerordentlichen Präzision dieser Getriebe wird ein hoher Wirkungsgrad erzielt, wodurch eine geringe Stromaufnahme der Motor-Getriebe-Kombinationen ermöglicht wird.

Verdrehen der Getriebestränge und deren Verspannung auf dem Motorritzel eingestellt wird. Dadurch sind sie ideal für Positionieraufgaben mit hoher Genauigkeit und geringem Drehmoment geeignet. Spielarm vorgespannte Getriebe sind nur mit werkseitig montierten Motoren lieferbar.

Nutzen und Vorteile

- Sehr hohe Untersetzungen möglich
- Auch als spielarme Variante verfügbar
- Unterschiedliche Abtriebslager erhältlich (Sinter-, Kugel- oder Keramiklager)



Spielarme Stirnradgetriebe

- ① Motorritzel
- ② Zahnräder der Eingangsstufe
- ③ Spielarm vorgespannt

Eine spezielle Variante sind die spielarmen FAULHABER Stirnradgetriebe. Diese sind als zweisträngige Stirnradgetriebe mit Zahnrädern und Gehäuse aus Metall aufgebaut. Das Getriebeispiel wird auf ein Minimum reduziert mittels einer Vorspannung, die durch gegensinniges

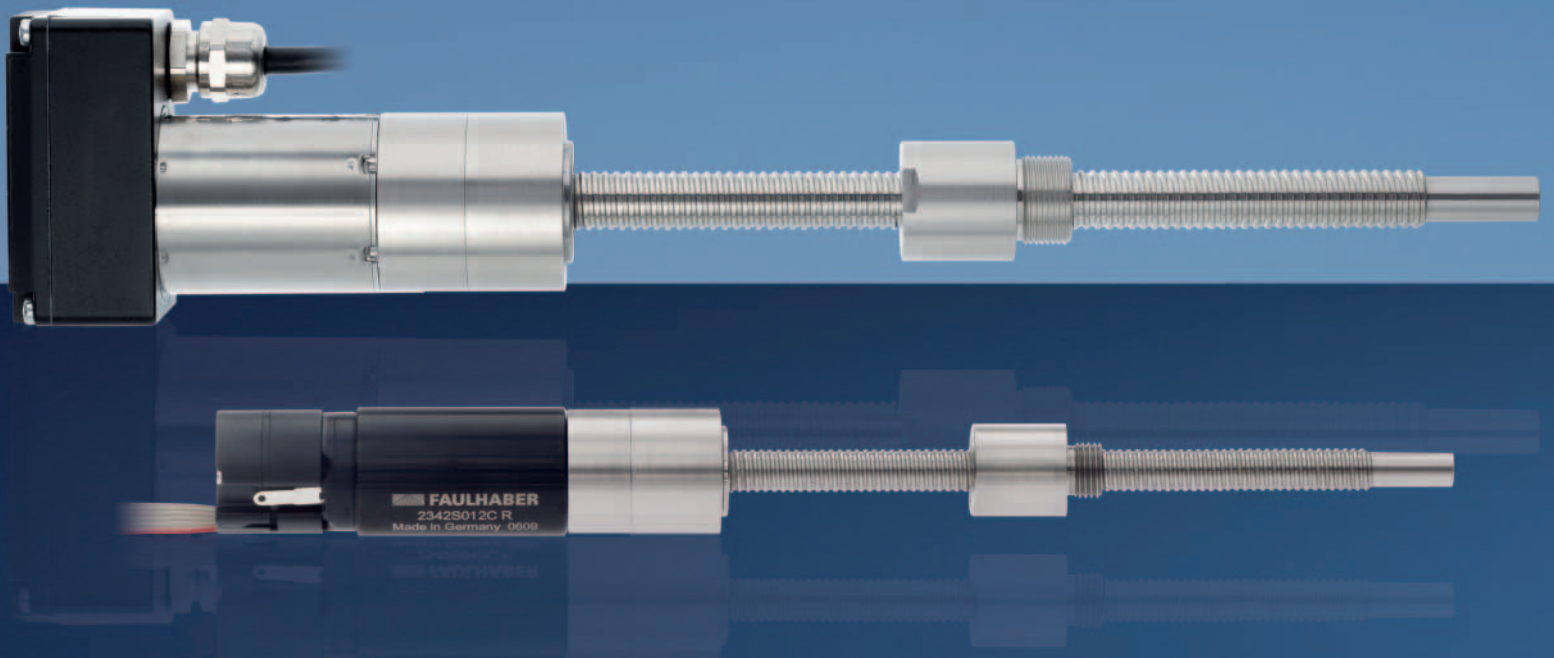
Produktkennzeichnung



22	Getriebedurchmesser [mm]
/5	Getriebeausführung
377:1	Untersetzungsverhältnis

22/5 377:1

Lineare Komponenten



Kugelumlaufspindel

Technische Informationen

Allgemeine Angaben

Funktion:

Kugelumlaufspindeln (auch als Kugelgewindetriebe bezeichnet) wandeln Drehbewegungen in eine axiale Bewegung um. Kugelumlaufspindeln, die als Wälzschraubenge triebe ausgeführt sind, weisen gegenüber Gleitschraubenge trieben (wie Trapezspindeln oder metrische Spindeln), wegen der auftretenden niedrigeren Roll-Reibung einen sehr hohen Wirkungsgrad auf. Die hohe Fertigungspräzision ermöglicht darüber hinaus ein sehr niedriges Axialspiel und eine damit einhergehende sehr hohe Positioniergenauigkeit.

Die Produktreihe BS beinhaltet neben der Kugelumlaufspindel sowohl die Spindellagerung als auch die Ankupp lung an den Motor. Das eingesetzte Duplexlager, eine Paarung von zwei spielfrei montierten Schrägkugellagern, ermöglicht die Aufnahme von axialen Zug- als auch Druckkräften. Die hochpräzise Stiftkupplung überträgt nahezu spielfrei das Motormoment an die Spindel.

Montage

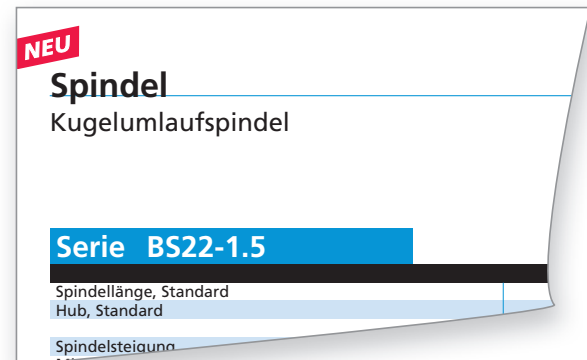
Zur Befestigung der Motor-Spindel-Kombination sind an der Stirnfläche des Gehäuses mehrere Gewindebohrungen vorgesehen.

Durch die hochpräzisen Laufbahnen und der spielarmen bis spielfreien Einstellung kann die Kugelgewindemutter radiale Abweichungen zwischen Spindelachse und eventuellen zusätzlichen Führungen eines Anbaus an die Mutter nicht ausgleichen. Hier ist bei Bedarf eine radiale Entkopp lung vorzusehen. Dies betrifft Abweichungen des radialen Abstandes (Fluchtungsabweichung) und Winkelabweichungen (Verkipfung) der Führungen.

Zur Reduzierung von radialen Kräften auf die Lagerung wird eine Abstützung der Spindel durch ein zusätzliches Lager empfohlen.

Handhabung

Bei den Kugelumlaufspindeln liegen die Laufbahnen der Kugeln frei. Aus diesem Grunde sind die Spindeln vor Verschmutzung zu schützen. Die Kugelgewindemutter darf nie, weder im Betrieb noch bei der Montage, über den Laufbahnbereich des Kugelgewindes hinausbewegt werden.



Erläuterungen zu den Datenblättern

Spindellänge, Standard [mm]

Bezeichnet die Länge der Spindel zwischen Stirnfläche am Gehäuse und dem Ende der Kugelumlaufspindel.

Hub [mm]

Maximaler Weg, welchen die Kugelgewindemutter axial verfahren darf. Das metrische Befestigungsgewinde der Kugelgewindemutter kann dabei über den Laufbahn bereich des Kugelgewindes hinausragen.

Spindelsteigung P_h [mm]

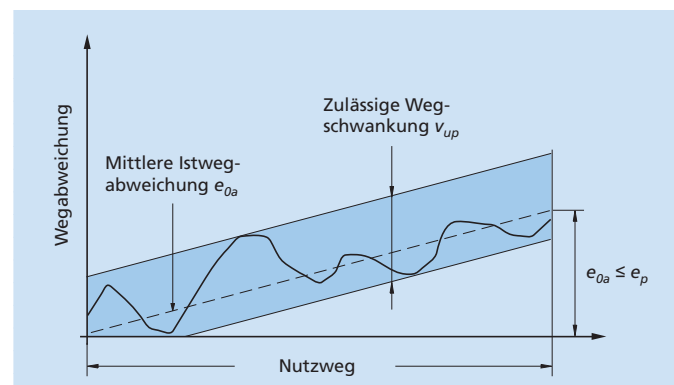
Axiale Verschiebung bei Drehung der Kugelgewindespindel relativ zur Kugelgewindemutter um 360° .

Mittlere Istwegabweichung, maximal zulässig e_p [μm]

Die gemittelte Abweichung des tatsächlich auftretenden Istweges vom idealen Sollweg wird als mittlere Istwegabweichung e_{0a} bezeichnet. Über den gesamten Nutzweg ist diese durch den Wert e_p begrenzt ($e_{0a} \leq e_p$).

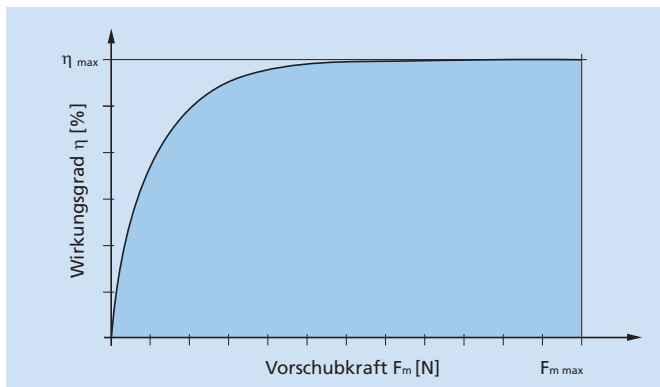
Zulässige Wegschwankung v_{up} [μm]

Parallel zur mittleren Istwegabweichung können kurzwellige Wegschwankungen auftreten. Die Bandbreite, nachfolgend als blaues Band dargestellt, ist durch den Wert der zulässigen Wegschwankung v_{up} begrenzt.



Wirkungsgrad η_{\max} [%]

Beschreibt das Verhältnis zwischen der aufgenommenen und der abgegebenen Leistung des Kugelgewindetriebes bei Vorschubkraft $F_{m \max}$.



Zu beachten ist die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von der Vorschubkraft, insbesondere für kleine Vorschubkräfte.

Betriebstemperaturbereich [°C]

Bezeichnet die minimal und maximal zulässige Betriebstemperatur des Kugelgewindetriebes.

Axiale Tragzahl, dynamisch C_{am} [N]

Kennwert zur Berechnung der theoretischen Lebensdauer. Diese entspricht einer konstanten Vorschubkraft in gleichbleibender Richtung, bei welcher eine theoretische Lebensdauer von 10^6 Umdrehungen erreicht wird. Es liegt eine Erlebenswahrscheinlichkeit von 90 % zugrunde.

Axiale Tragzahl, statisch C_{oa} [N]

Maximal zulässige axiale Belastung der Kugelgewindemutter. Sofern nicht anders angegeben, ist dies ebenfalls die maximal zulässige axiale Belastung der Kugelgewindespindel. Um die zulässige Belastung nicht zu überschreiten, ist gegebenenfalls der Motorstrom zu begrenzen.

Max. zulässige Wellenbelastung, radial $F_{rs \max}$ [N]

Maximal zulässige radiale Belastung der Kugelgewindespindel. Diese ist abhängig vom einwirkenden Hebelarm.

Spindelmutter, Axialspiel [μm]

Maximale axiale Verschiebung der Kugelgewindemutter gegenüber der Kugelgewindespindel, wenn diese nicht zueinander verdreht werden. Diese wird mittels einer axialen Prüfkraft von 3,5 N ermittelt.

Max. zulässige Mutterbelastung, radial $F_{rn \max}$ [N]

Maximal zulässige radiale Belastung der Kugelgewindemutter.

Drehrichtung

Drehrichtung der Kugelgewindespindel. Betrachtung erfolgt aus Richtung Kugelgewindespindel. Bei einem Rechtsgewinde führt die Drehung der Antriebswelle im Uhrzeigersinn (= rechtsdrehend) zu einer Vergrößerung des Abstandes zwischen Antrieb und der Kugelgewindemutter.

Empfohlene Werte

Nachstehend sind die maximal empfohlenen Werte für Dauerbetrieb zur Erreichung einer optimalen Lebensdauer aufgeführt. Die Werte gelten unabhängig voneinander.

Vorschubkraft Dauerbetrieb $F_{m \max}$ [N]

Bezeichnet die maximal empfohlene Vorschubkraft für den Dauerbetrieb.

Vorschubkraft Kurzzeitbetrieb $F_{p \max}$ [N]

Bezeichnet die maximal zulässige Vorschubkraft. Um die zulässige Belastung nicht zu überschreiten, ist gegebenenfalls der Motorstrom zu begrenzen.

Spindeldrehzahl, max. [rpm]

Bezeichnet die maximal zulässige Spindeldrehzahl.

Vorschubgeschwindigkeit, max. [mm/s]

Bezeichnet die maximal zulässige Vorschubgeschwindigkeit. Diese ergibt sich aus dem Produkt der maximal zulässigen Spindeldrehzahl und der Spindelsteigung P_n .

Kugelumlaufspindel

Technische Informationen

Berechnungen

Berechnung des Motorantriebsmomentes

Das mindestens erforderliche Motorantriebsmoment lässt sich nachfolgend ableiten:

$$M_{\text{mot}} = \frac{F_m \cdot P_h \cdot 100}{2\pi \cdot \eta}$$

Erforderliches Motordrehmoment	M_{mot}	[mNm]
Vorschubkraft (Dauerbetrieb)	F_m	[N]
Spindelsteigung	P_h	[mm]
Wirkungsgrad	η	[%]

Berechnung der Motorantriebsdrehzahl

$$n_{\text{mot}} = \frac{v \cdot 60}{P_h}$$

Erforderliche Motordrehzahl	n_{mot}	[rpm]
Vorschubgeschwindigkeit	v	[mm/s]
Spindelsteigung	P_h	[mm]

Berechnung der theoretischen Lebensdauer

Die Lebensdauer hängt von folgenden Faktoren ab:

- Vorschubkraft
- Vorschubgeschwindigkeit
- Betriebsbedingungen
- Umgebung und Einbau in andere Systeme

Da bei jeder Anwendung außerordentlich viele Parameter zum Tragen kommen, ist eine genaue Lebensdauerbestimmung nicht möglich.

Als unverbindlichen Anhaltswert lässt sich eine theoretische Lebensdauer auf Basis der Norm ISO 3408 berechnen:

Die theoretische Lebensdauer wird allgemein durch die Anzahl der Umdrehungen definiert. Sie kann alternativ auch in Stunden oder als Verfahrenweg angegeben werden. Es liegt eine Erlebenswahrscheinlichkeit von 90 % zugrunde.

Die theoretische Lebensdauer wird wie folgt berechnet:

$$L_{\text{rev}} = \left(\frac{C_{\text{am}}}{F_m} \right)^3 \cdot 10^6$$

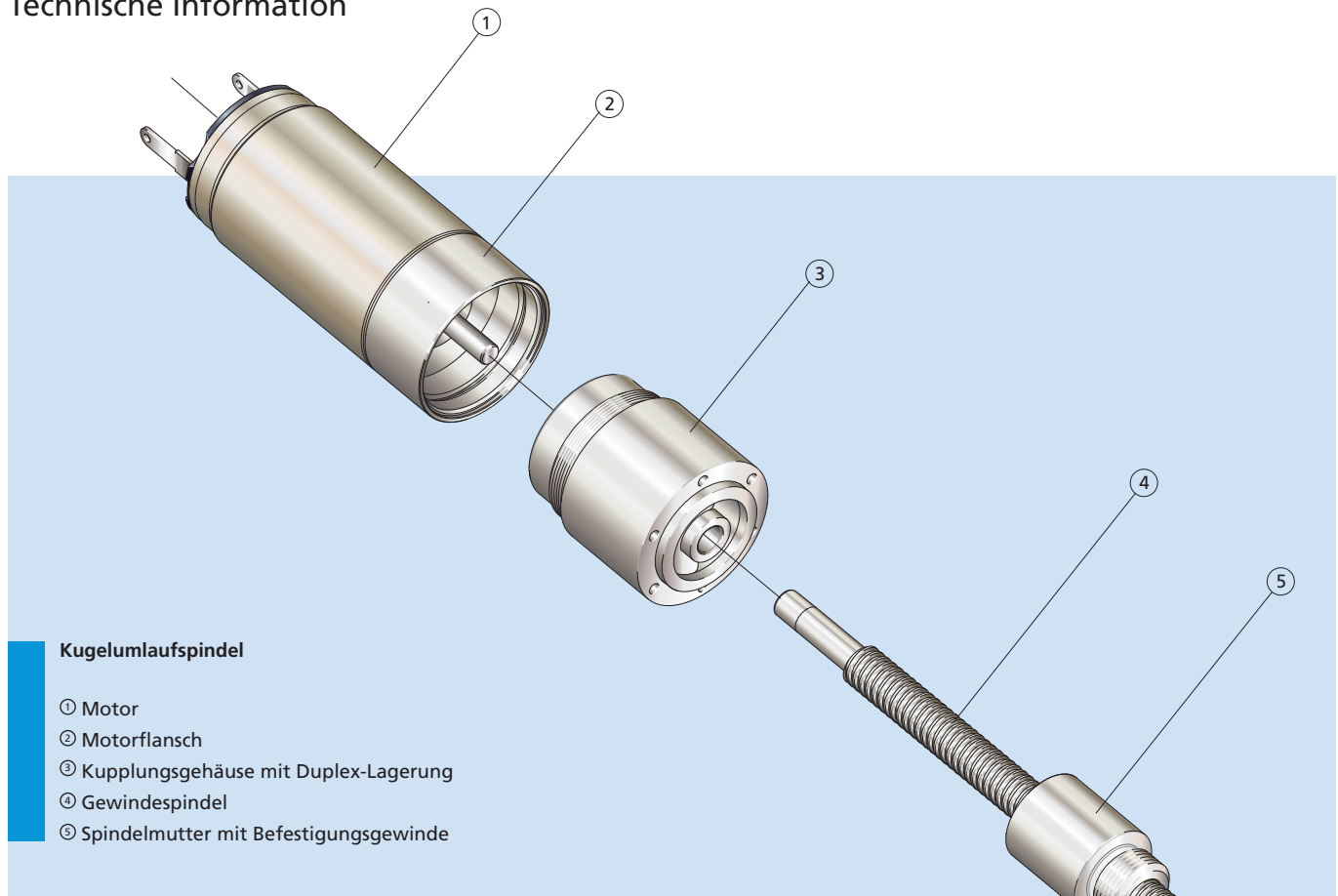
$$L_h = \frac{L_{\text{rev}}}{n_m \cdot 60}$$

$$L_s = P_h \cdot \left(\frac{C_{\text{am}}}{F_m} \right)^3 \cdot 10^3$$

Lebensdauer in Umdrehungen	L_{rev}	[rev]
Lebensdauer in Stunden	L_h	[h]
Lebensdauer in Meter	L_s	[m]
Dynamische axiale Tragzahl	C_{am}	[N]
Vorschubkraft (Dauerbetrieb)	F_m	[N]
Durchschnittliche Motordrehzahl	n_m	[min ⁻¹]
Spindelsteigung	P_h	[mm]

Kugelumlaufspindel

Technische Information



Funktion

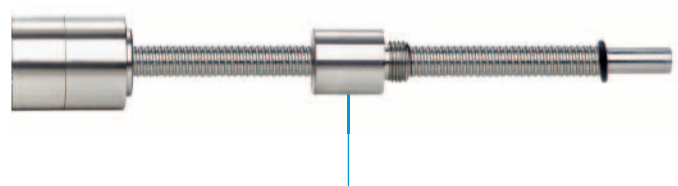
Durch ihren hochgenauen mechanischen Aufbau sind FAULHABER Kugelumlaufspindeln ideal für hochpräzise Positionieraufgaben geeignet. Kombinationen mit DC-Kleinstmotoren mit hochauflösenden Encodern, integrierten Motion Controllern oder Schrittmotoren garantieren die optimale Systemlösung für anspruchsvollste Applikationsaufgaben bei optischen Systemen, im Sondermaschinenbau, der Automation oder in der Medizintechnik.

Die kompakte Bauform in Verbindung mit zahlreichen Modifikationsmöglichkeiten ergibt die perfekte Antriebslösung für ein breites Spektrum unterschiedlichster Anwendungen.

Nutzen und Vorteile

- Hohe Lebensdauer
- Hoher Wirkungsgrad
- Variables Längenkonzept
- Sonderversionen mit Spezialschmierung für erweiterte Anwendungsbereiche
- Hohe Positioniergenauigkeit durch stark reduziertes Spiel

Produktkennzeichnung



BS	Kugelumlaufspindel
22	Durchmesser Kupplung [mm]
1.5	Steigung Spindel [mm]

BS 22-1.5

Spindeln und Optionen

Technische Informationen

Spindelparameter

Auflösung (Weg/Schritt)

Mit einer Spindel kann in Verbindung mit einem PREClstep® Schrittmotor eine Positionierauflösung von 10 µm erreicht werden. Die Auflösung der Position ist von der Steigung und der Anzahl der Schritte pro Umdrehung abhängig:

$$p = \frac{P_h}{n}$$

Dabei entspricht P_h der Steigung der Spindel und n der Anzahl der Schritte pro Umdrehung des Motors.

Durch den Betrieb des Motors in Halb- oder Mikroschritten verbessert sich die Auflösung bis zu einem bestimmten Ausmaß. Die Auflösung muss mit einem weiteren Parameter abgestimmt werden: der Präzision.

Präzision

Das gerollte Gewinde gewährleistet eine Steigungspräzision von <500 nm pro Steigung, was jedoch zu kumulieren ist (100 Umdrehungen = Fehler <50 µm). Dieser Fehler kann allerdings digital ausgeglichen werden (Korrektur der Schrittzahl).

Die Genauigkeit des Schrittwinkels des Motors darf nicht vernachlässigt werden. Sie schwankt zwischen ±3 und ±10 % eines vollständigen Schrittwinkels, ist vom Motormodell abhängig (siehe Zeile 9 im Datenblatt zum Motor) und bleibt auch im Mikroschrittbetrieb unverändert. Sie ist nicht zu kumulieren.

Axialspiel

Mit den in diesem Katalog angebotenen optionalen Muttern wird ein Axialspiel von bis zu 30 µm gemessen. Durch die Implementierung eines Vorspannsystems (z. B. ein Federmechanismus) in das Design kann das Axialspiel jedoch ausgeglichen werden.

Spielfreiheit zwischen der Spindel und dem Motorgehäuse wird durch das Vorspannen der Motor-Kugellager sichergestellt (in der Standardkonfiguration: Federringe am hinteren Kugellager). Ein Axialspiel von bis zu 0,2 mm tritt auf, wenn die Vorschubkraft an der Spindel die Vorspannung des Kugellagers übersteigt.

Dies führt nicht zu Motorschäden und kann behoben werden. Dieser Grenzwert wird in den Vorschub/Geschwindigkeit-Kurven im Datenblatt der Spindel als ebener Bereich dargestellt und tritt nur bei Zugbelastung an der Welle auf. Auf Anfrage kann diese Einschränkung durch eine kundenspezifische Lösung umgangen werden.

Spindel

Linearpositioniereinheit
PREClstep® Technologie

Serie M2 x 0,2 x L1

Nominaldurchmesser	2,0
Flankendurchmesser (min./max.)	1,83 / 2,0
Spindelsteigung	0,2
Präzision der Steigung	±0,005
Spindelmaterial	Alu

Reversierbetrieb

Ein Reversierbetrieb der Motoren bei gleichzeitiger axialer Last an der Spindel ist nicht möglich. Das Verhältnis zwischen Steigung und Durchmesser verbietet dies.

Vorschub/Geschwindigkeit-Kurven

Der Vorschub, den ein Linearpositioniersystem liefern kann, ist von der Art der ausgewählten Spindel und des ausgewählten Schrittmotors abhängig. Dieser Katalog enthält für jede einzelne Lösung die Vorschub/Geschwindigkeit-Kurven. Bei diesen Kurven ist in der Berechnung bereits ein Sicherheitsfaktor von 40 % für das Motor Drehmoment sowie der Wirkungsgrad der Spindel berücksichtigt.

Lagerbund für Lager

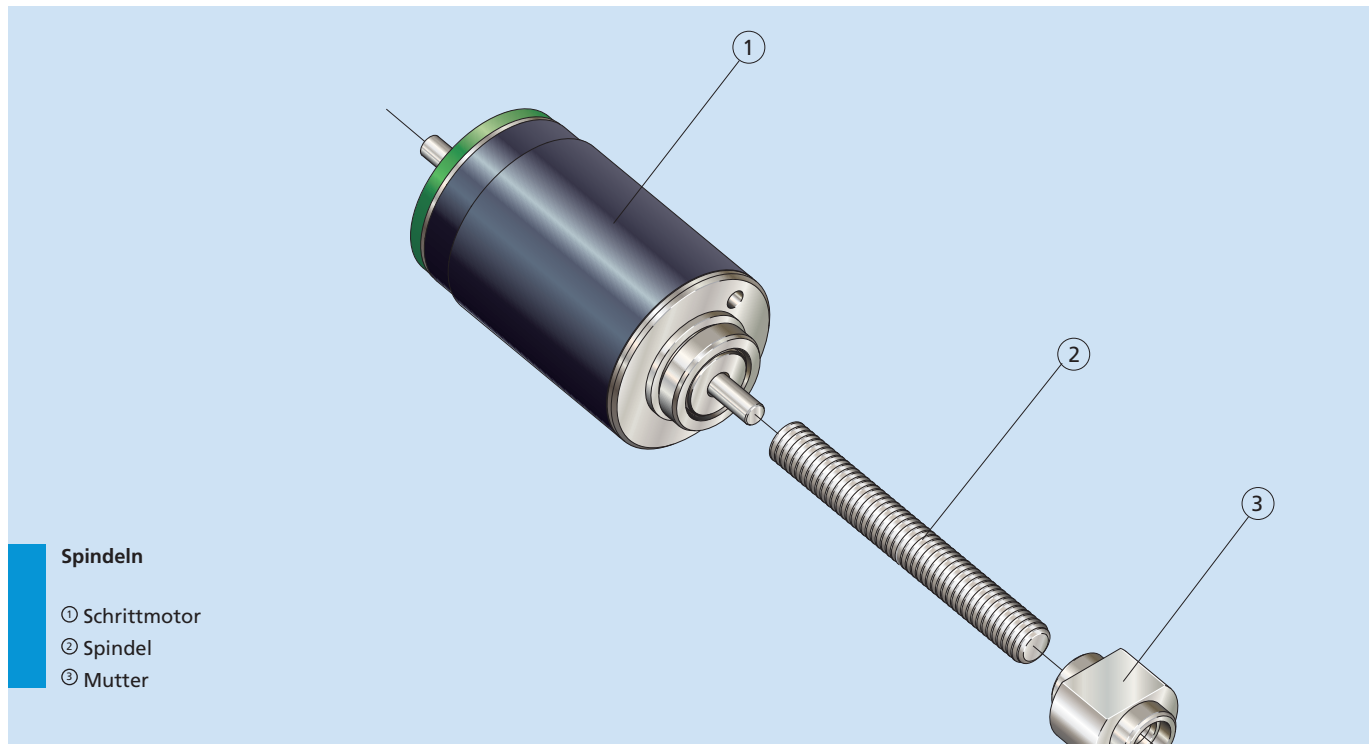
Im Idealfall sollten in der Anwendung die Radiallasten abgefangen werden und an der Spindel nur die Axiallasten wirken. Wenn dies nicht der Fall ist, können am vorderen Spindelende Lagerbunde für entsprechende Lager angebracht werden, um Radiallasten abfangen zu können. In dieser Konfiguration muss besonders die Ausrichtung zwischen Motor und Lager beachtet werden, damit sich die erreichbaren Axialkräfte nicht verschlechtern. Angaben zu den geeigneten Kugellagern enthält das entsprechende Datenblatt für das optionale Zubehör.

Mutter

Die in diesem Katalog enthaltenen optionalen Muttern sind aus einer Aluminium-Bronzelegierung. Sie sind mit einer Fläche versehen, damit sie sich in der Anwendung nicht drehen können. Alternativ sind Gewindebohrungen in der Anwendung ebenfalls geeignet, da metrische Innengewinde leicht herzustellen sind.

Spindeln und Optionen

Technische Informationen



Spindeln

- ① Schrittmotor
- ② Spindel
- ③ Mutter

Funktion

Schrittmotoren können für mehr als nur rein rotative Applikationen eingesetzt werden. So entsteht in Kombination mit Spindeln ein hochpräzises Linearpositioniersystem, das eine Reihe von Vorzügen bietet, wie z. B. offener Regelkreis, hohe Lebensdauer, hohe Drehmomentdichte usw.

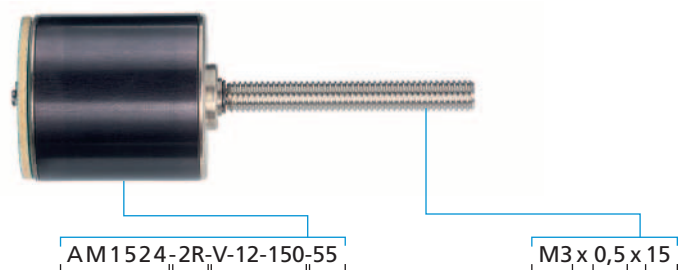
Alle mit den Schrittmotoren kombinierbaren Spindeln basieren auf metrischen Abmessungen (M1,2 bis M3) und sind speziell für den Einsatz mit PREClstep® Schrittmotoren konzipiert. Die Technik, mit der die gerollten Spindeln produziert werden, gewährleistet Präzision und Qualität auf allerhöchstem Niveau. Standardlängen sind in großer Auswahl ab Lager lieferbar, kundenspezifische Anpassungen sind auf Anfrage erhältlich.

Eine solche Kombination ist prädestiniert für Anwendungsbereiche, in denen eine exakte lineare Bewegung, wie z. B. bei Objektiveneinstellungen (zoomen, fokussieren), für Mikroskopeinheiten oder in der Medizintechnik, benötigt wird.

Nutzen und Vorteile

- Kosteneffizienter Positionierantrieb ohne Encoder
- Hohes Maß an Genauigkeit
- Breite Palette an Spindeln verfügbar
- Kurze Lieferzeiten bei Standardlängen
- Hohe Flexibilität durch optionale Muttern und Kugellager
- Individuelle Längen auf Anfrage

Produktkennzeichnung



AM1524	Motorserie
2R	Lagerung
V-12-150	Wicklung
55	Motorausführung

M3	Nominaldurchmesser
0.5	Spindelsteigung (mm)
15	Spindellänge (mm)

Encoder



Encoder

Technische Informationen

Encoder		
Optische Encoder mit Line Driver		
Serie 40B		40B
Impulse pro Umdrehung	N	1 000
Ausgangssignal, rechteckig		2 + 1 N
Betriebsspannung	V _{CC}	4,5 ... 5,5
Nennstromaufnahme, max. (V _{CC} = 5 V DC)	I _{CC}	100
Pulsbreite		
Index Pulsbreite		

Erläuterungen zu den Datenblättern

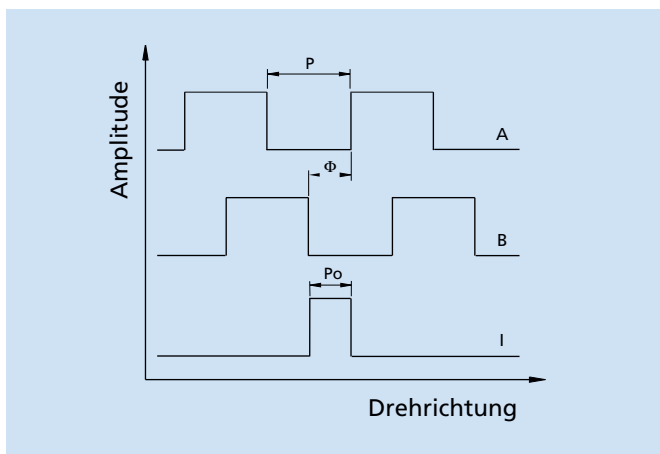
Impulse pro Umdrehung (N)

Gibt an, wie viele Impulse pro Kanal pro Motorwellenumdrehung an den Inkrementalencoderausgängen erzeugt werden.

Als Quadratursignal stehen pro Impuls zwei Flanken zur Auswertung zur Verfügung. Wenn z. B. der Encoder 256 Impulse je Kanal pro Umdrehung hat, ergibt sich eine mögliche Auflösung von 1.024 Flanken pro Umdrehung.

Ausgangssignal

Angabe der Anzahl von Ausgangssignalen. Encoder der IE3-Familie besitzen drei Ausgangssignale, 2 Encoderkanäle A und B sowie einen Indexausgang.



Betriebsspannung (U_{DD})

Gibt den Spannungsbereich an, innerhalb dem die Versorgungsspannung der Encodersensorik liegen darf.

Nennstromaufnahme (I_{DD})

Gibt den typischen Strombedarf der Encodersensorik bei der angegebenen Betriebsspannung an.

Ausgangsstrom, max. zulässig (I_{OUT})

Gibt den maximal zulässigen Laststrom an den Encoderausgängen an.

Pulsbreite (P)

Breite des Ausgangsimpulses in °e der Encoderkanäle A und B. Die Angabe erfolgt in Grad elektrisch (°e), d. h. 360° entsprechen einer Signalperiode auf den Encoderkanälen A bzw B.

Index-Pulsbreite (P₀)

Gibt die Breite des Indeximpulses in °e an. Die Angabe erfolgt in Grad elektrisch.

Zulässige Abweichung ΔP₀:

$$P_0 = \left| 90^\circ - \frac{P_0}{P} * 180^\circ \right|$$

Signalphasenverschiebung (Φ)

Die Phasenverschiebung zwischen den Ausgangssignalen A und B wird als Signalphasenverschiebung bezeichnet.

Phasenfehler (ΔΦ)

ist der Fehler in °e der zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flanken an den Ausgängen A und B auftreten kann.

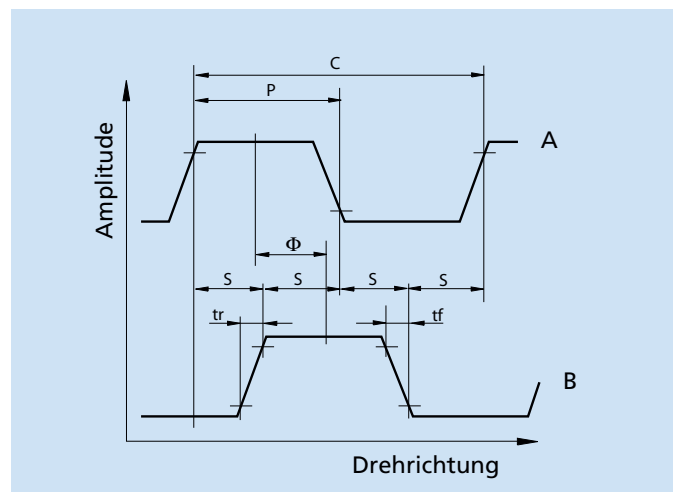
Zulässige Abweichung ΔΦ:

$$\Phi = \left| 90^\circ - \frac{\Phi}{P} * 180^\circ \right|$$

Signalperiode (C)

Dauer einer gesamten Periode in °e auf Kanal A bzw. auf Kanal B.

Üblicherweise beträgt eine Signalperiode 360 °e.



Mess-Schritt (S)

Abstand zweier benachbarten Flanken in °e zwischen den beiden Ausgängen A und B. Es gibt vier Mess-Schritte (S) pro Signalperiode.

Üblicherweise beträgt ein Mess-Schritt 90 °e.

Signal-Anstiegs/-Abfallzeit (tr/tf)

Flankensteilheit der Encodersignale.

Frequenzbereich, bis (f)

Maximal zulässige Encoderausgangsfrequenz. Aus dieser Angabe und der Anzahl Impulse pro Umdrehung (N) ergibt sich die für den Encoder maximal zulässige Betriebsdrehzahl (n).

$$n = \frac{60 \cdot f}{N}$$

Trägheitsmoment des Gebermagnets (J)

Gibt an, um welchen Betrag das Rotorträgheitsmoment des verwendeten Motors durch den Gebermagnet des IE3-Encoders erhöht wird.

Betriebstemperaturbereich

Bezeichnet die minimal und maximal zulässige Betriebstemperatur des Encoders.

Prüfdrehzahl

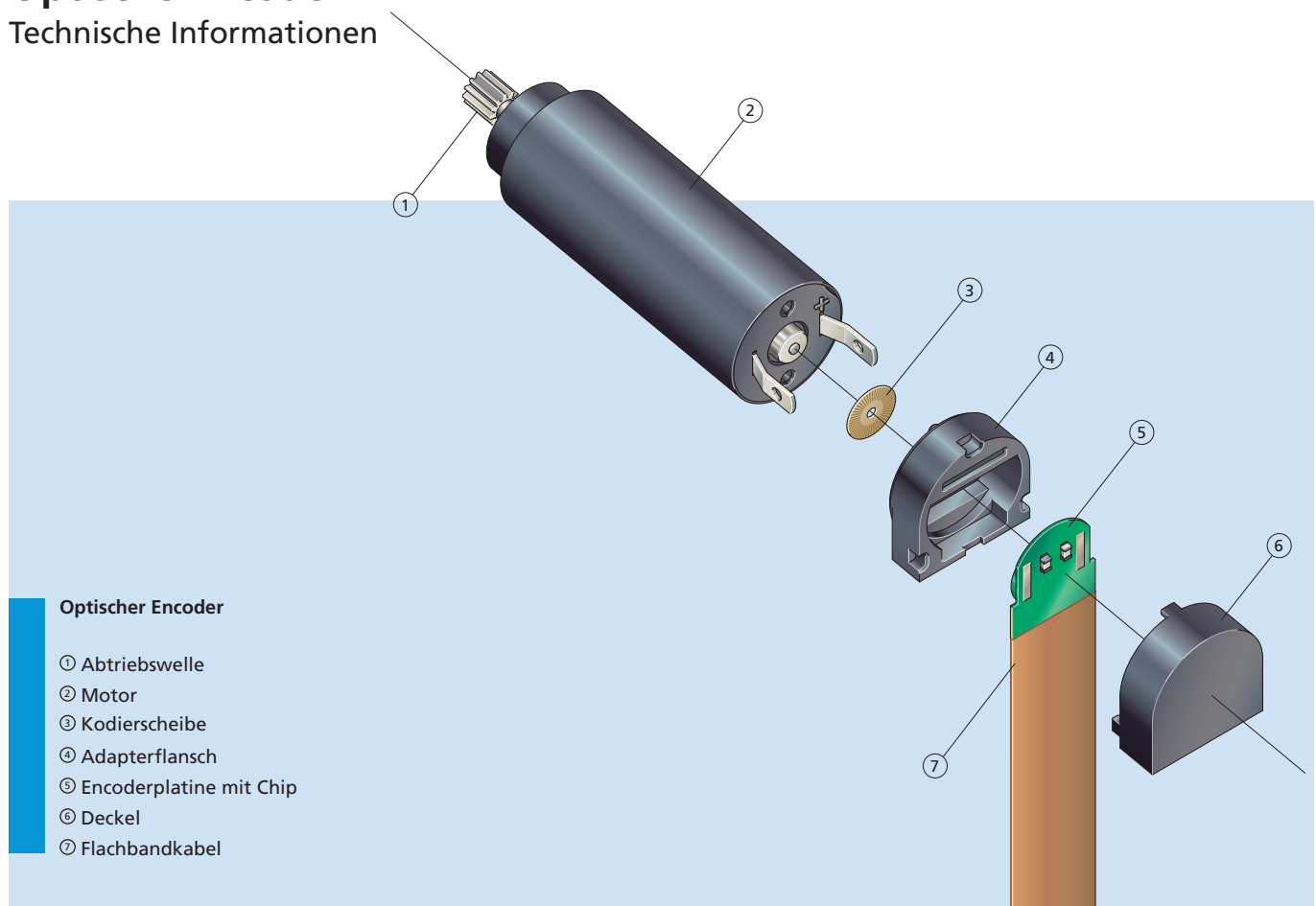
Drehzahl, bei der die Encoderkenngrößen ermittelt wurden.

Line Driver

Im Encoder integrierte Treiberstufe, die es erlaubt, längere Encoderanschlussleitungen zu verwenden. Die Encodersignale werden dabei jeweils als störungsunempfindliche Differenzsignale/Komplementärsignale mit 180° Phasenverschiebung übertragen.

Optische Encoder

Technische Informationen



Optischer Encoder

- ① Abtriebswelle
- ② Motor
- ③ Kodierscheibe
- ④ Adapterflansch
- ⑤ Encoderplatine mit Chip
- ⑥ Deckel
- ⑦ Flachbandkabel

Funktion

Beim optischen Prinzip der Encoder sendet eine Leuchtquelle im Durchlichtverfahren infrarotes Licht durch eine trägheitsarme, mehrteilige Rotorscheibe, welche direkt auf dem zweiten Motorwellenende angebracht ist.

So werden zwei um 90° phasenverschobene Ausgangssignale erzeugt.

In optoreflektiven Systemen wird das von einer Quelle ausgestrahlte Licht reflektiert bzw. absorbiert und erzeugt so die phasenverschobenen Impulse.

Nutzen und Vorteile

- Geringe Stromaufnahme
- Präzise Auflösung
- Ausgelegt für niedrige Betriebsspannungen
- Unempfindlich gegenüber magnetischen Interferenzen
- Extrem kompakte Bauweise

Produktkennzeichnung

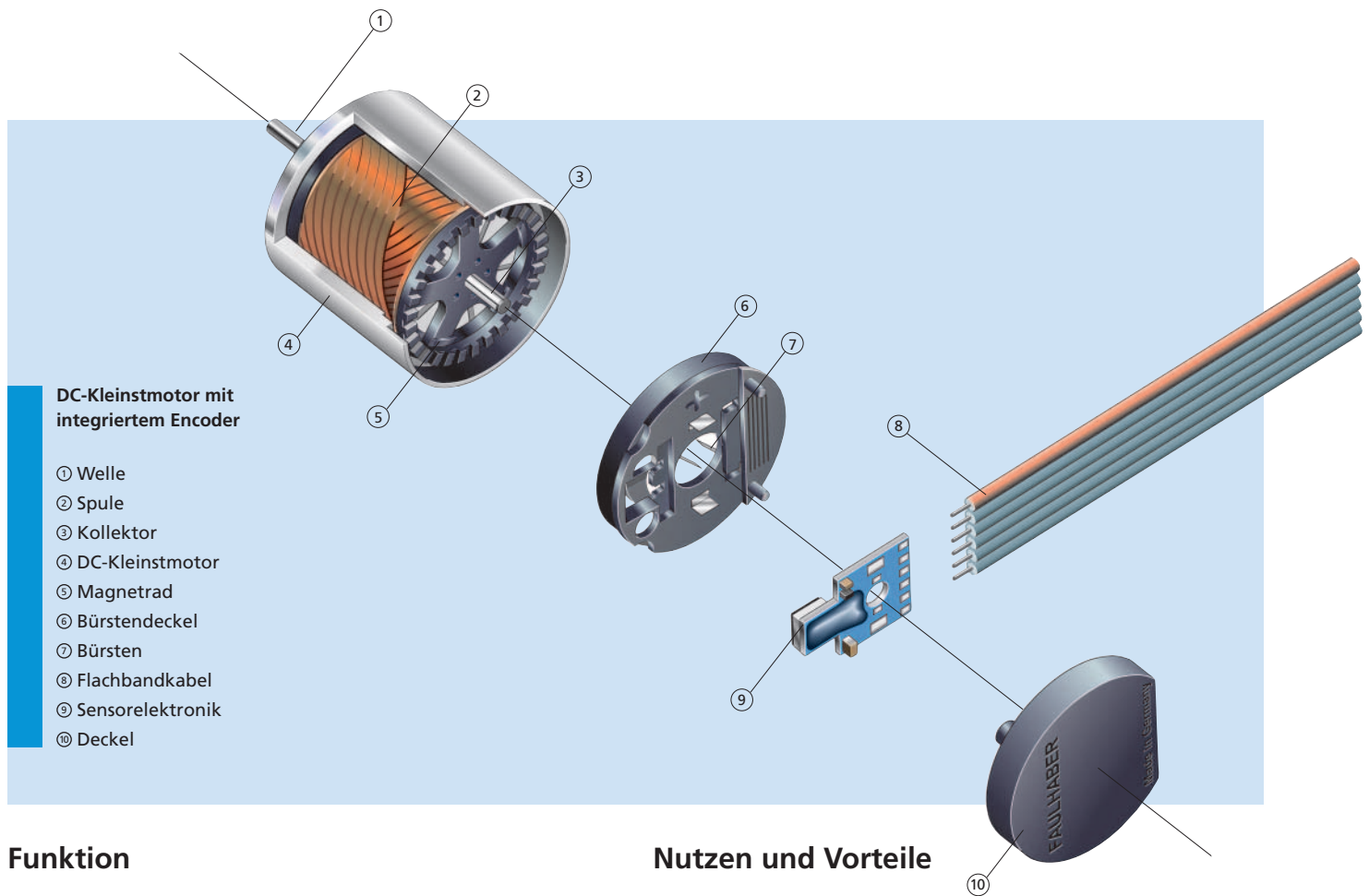


PA	Encoder Serie
2	Zweikanal
50	Encoderauflösung

PA2 - 50

Integrierte Encoder

Technische Informationen



Funktion

Die Encoder der Serie IE2 bestehen aus einem, am Rotor befestigten magnetischen Zahnring und einem speziellen Hybridschaltkreis. Der auf dem Hybrid integrierte Sensor wandelt die Magnetfelddifferenzen zwischen Zahnkopf und Zahnfuß in elektrische Signale um, die von einem integrierten Schaltkreis weiterverarbeitet werden.

An den Ausgängen stehen zwei um 90° phasenverschobene Rechtecksignale mit bis zu 1024 Impulsen pro Umdrehung zur Verfügung.

Der Encoder ist in den Motoren der Serie SR integriert und verlängert diese lediglich um 1,4 mm und ist als Anbaukomponente für die übrigen DC-Kleinstmotoren und bürstenlosen DC-Servomotoren lieferbar.

Nutzen und Vorteile

- Extrem kompakt
- Hohe Auflösung von bis zu 4096 Schritten pro Umdrehung (entspricht 0,18° Winkelauflösung)
- Keine Pull-up-Widerstände an den Ausgängen erforderlich, da keine Open-Collector-Ausgänge
- Symmetrische Schaltflanken, CMOS- und TTL-kompatibel
- Geringe Stromaufnahme
- Umfangreiche Kombinationsmöglichkeiten

Produktkennzeichnung

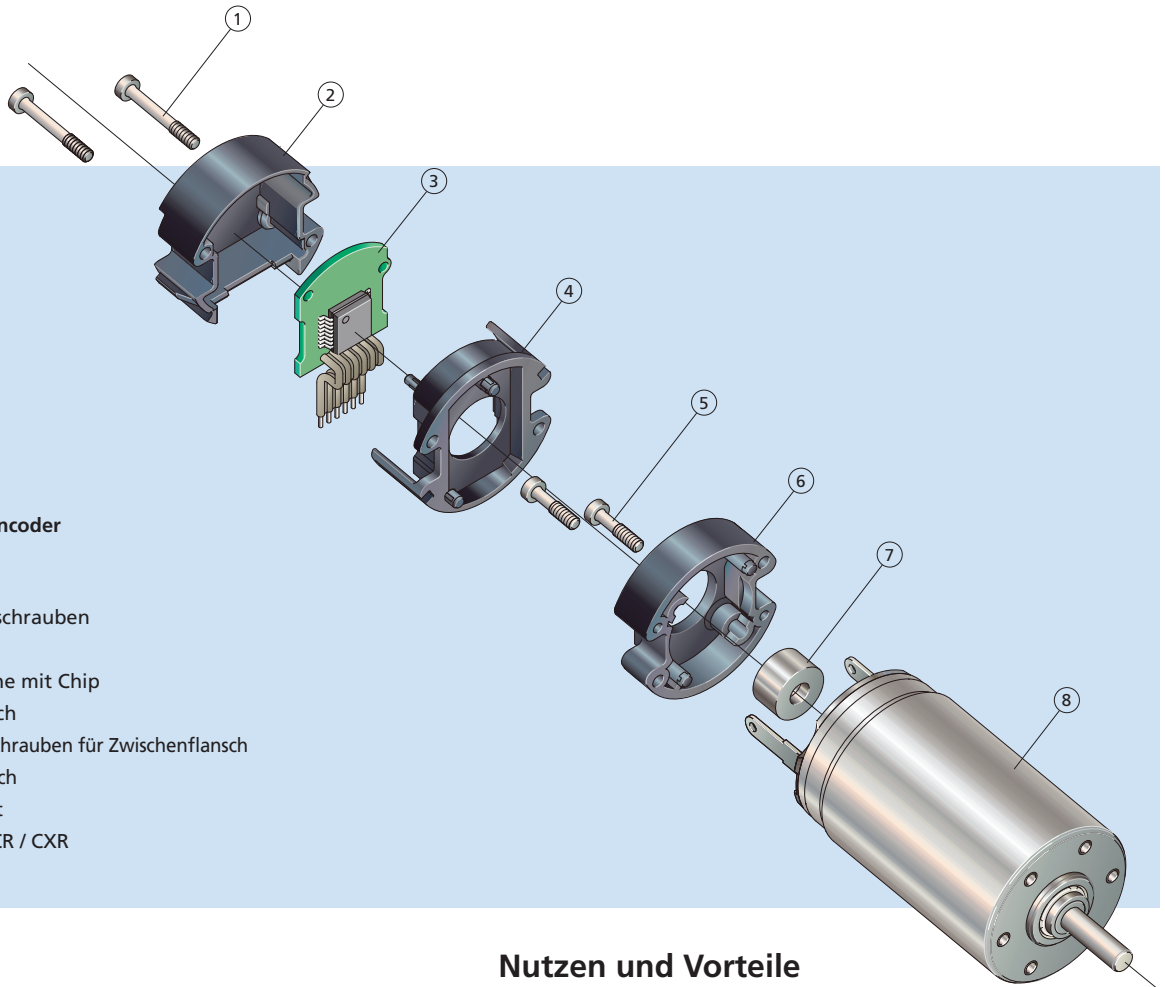


IE Inkremental-Encoder
2 Zweikanal
1024 Encoderauflösung

IE2 - 1024

Magnetische Encoder

Single Chip



Magnetischer Encoder Single Chip

- ① Befestigungsschrauben
- ② Deckel
- ③ Encoderplatine mit Chip
- ④ Adapterflansch
- ⑤ Befestigungsschrauben für Zwischenflansch
- ⑥ Zwischenflansch
- ⑦ Gebermagnet
- ⑧ Motor Serie CR / CXR

Funktion

Encoder der Baureihe IE3 bestehen aus einem an der Motorwelle befestigten diametral magnetisierten zweipoligen Gebermagneten. In axialer Richtung zum Gebermagnet ist ein spezieller Single Chip Winkelsensor zur Erfassung der Antriebswellenposition angeordnet. Der Winkelsensor enthält alle notwendigen Funktionen wie Hall-Sensoren, Interpolator sowie Treiberstufen. Das von den Hall-Sensoren erfasste analoge Signal des Gebermagneten wird nach einer geeigneten Verstärkung dem Interpolator zugeführt. Der Interpolator erzeugt durch einen speziellen Verarbeitungsalgorithmus das hochauflösende Encodersignal.

An den Ausgängen stehen dann zwei um 90° phasenverschobene Rechtecksignale sowie zur Anzeige einer Antriebswellenumdrehung ein Indexsignal zur Verfügung. Der Encoder kann mit Motoren der Baureihen CR und CXR kombiniert werden. In der Baureihe BX4 wird der IE3 ebenfalls als integrierter Encoder angeboten.

Nutzen und Vorteile

- Modulare Bauweise in kompaktem Design und robustem Gehäuse
- Verschiedene Auflösungen als Standard lieferbar
- Indexkanal zur Referenzierung einer Umdrehung der Antriebswelle
- Auch als Line Driver-Version verfügbar
- Standardisierte elektronische Encoderschnittstelle
- Zur Kombination mit FAULHABER Motion Controller und FAULHABER Speed Controller geeignet
- Flexible kundenspezifische Anpassungen der Auflösung, Drehrichtung, Indexbreite und Indexposition möglich

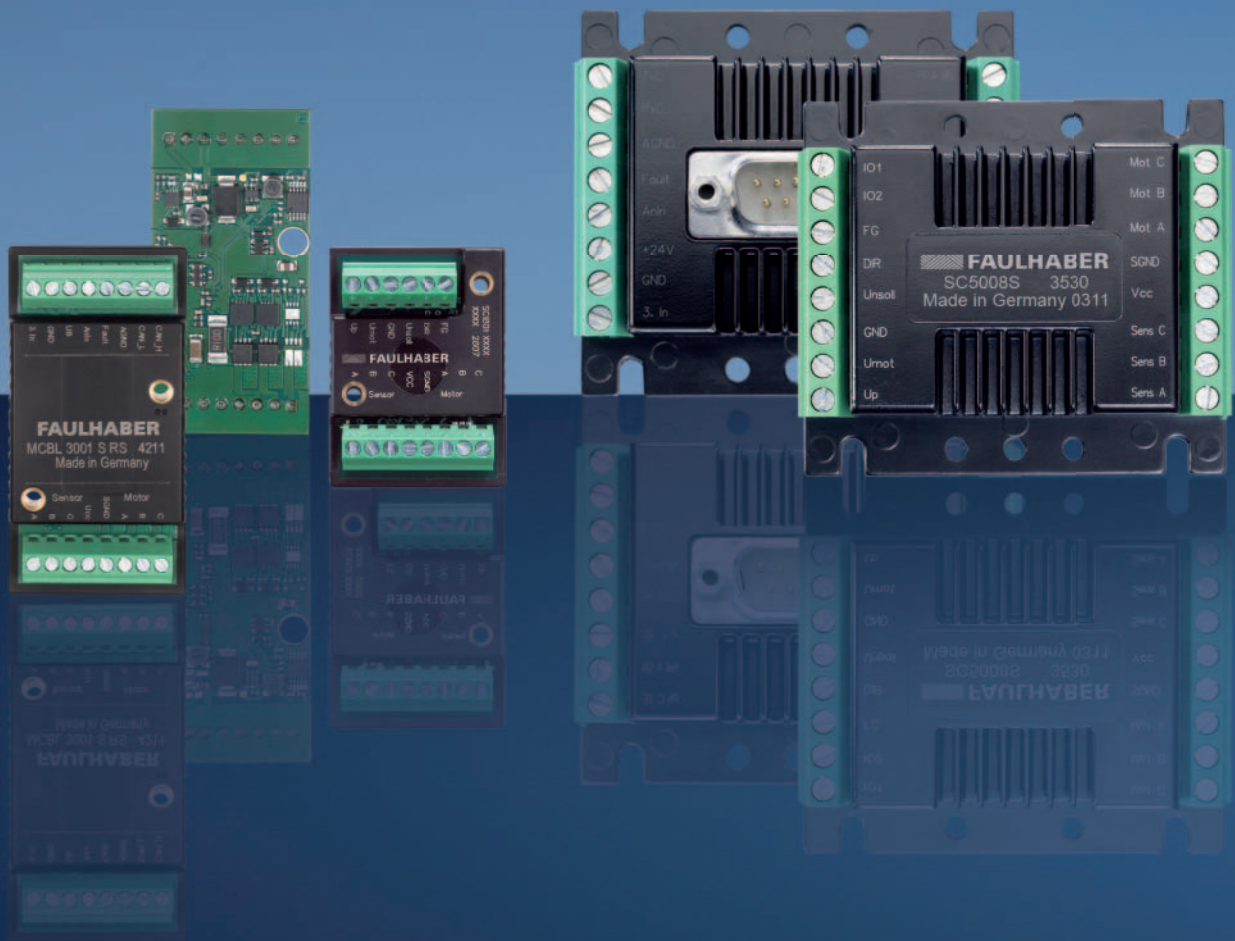
Produktkennzeichnung



IE	Inkremental-Encoder
3	Dreikanal
1024	Encoderauflösung
L	mit integriertem Line Driver

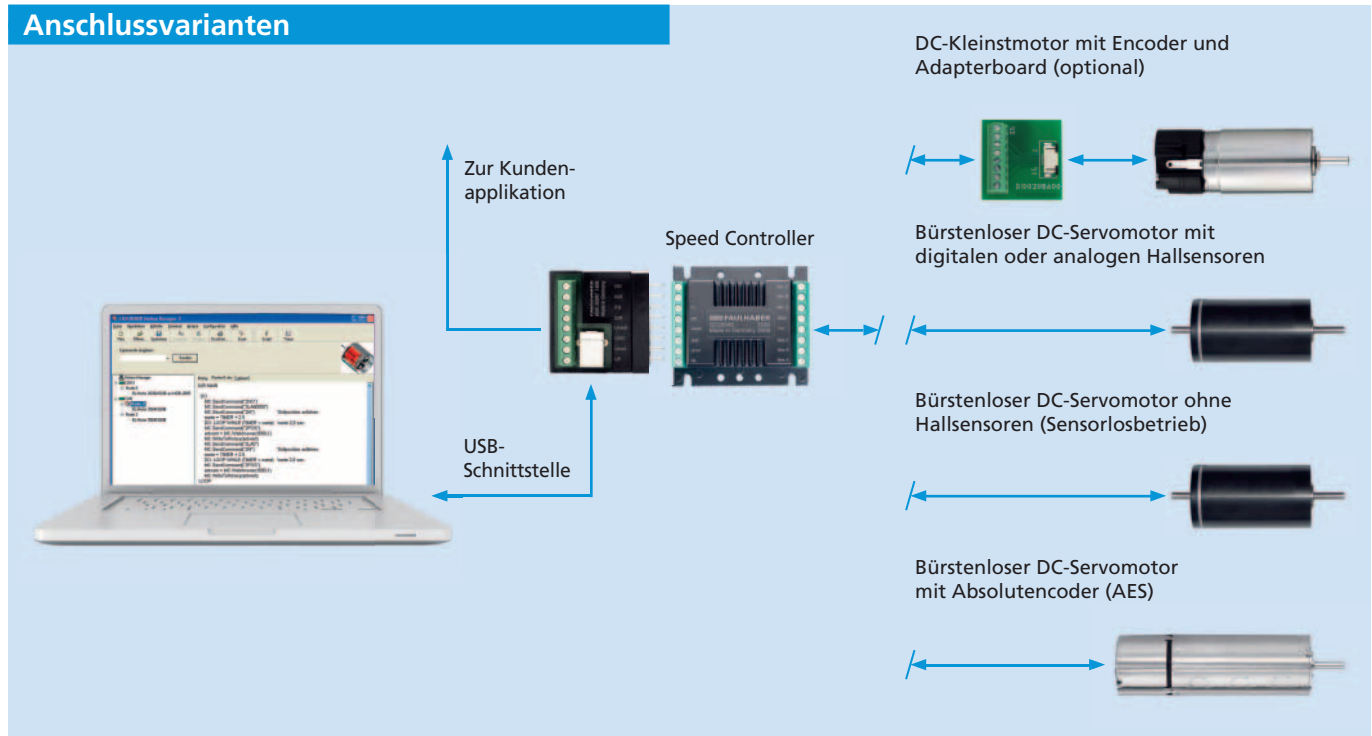
IE3 - 1024 L

Steuerungen



Speed Controller

Technische Informationen



Funktion

Die FAULHABER Speed Controller sind hochdynamische Drehzahlregler, optimiert für den Betrieb von Kleinstmotoren.

Die Speed Controller sind als separate Ansteuerungen für

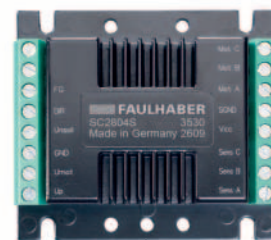
- DC-Kleinstmotoren
- Bürstenlose DC-Servomotoren verfügbar.

Der geringe Verdrahtungsaufwand und der kompakte Aufbau der Speed Controller ermöglichen den Einsatz in vielfältigen Anwendungen. Die flexiblen Anbindungsmöglichkeiten eröffnen ein breites Einsatzgebiet in allen Bereichen, z.B. in dezentralen Systemen der Automatisierungstechnik, Handling- und Werkzeugmaschinen oder Pumpen.

Nutzen und Vorteile

- Kompakte Bauform
- Flexibel umkonfigurierbar
- Geringer Verdrahtungsaufwand
- Parametrierbar mit Software „FAULHABER Motion Manager“ und USB-Schnittstellenadapter
- Umfangreiches Zubehör

Produktkennzeichnung



SC	Speed Controller
28	Max. Versorgungsspannung (28V)
04	Max. Dauerausgangsstrom (4A)
S	Gehäuse mit Schraubklemmleiste
3530	Betriebsart (Bürstenloser Motor mit digitalen Hallensoren)

SC_28_04_S_3530

Speed Controller

Beschreibung, Betriebsarten

Beschreibung

Die Speed Controller eignen sich sowohl für bürstenlose DC-Servomotoren (BL-Motoren) als auch für DC-Kleinstmotoren (DC-Motoren) und decken, bis auf wenige Ausnahmen, die gesamte Motor-Palette der FAULHABER GROUP ab.

- Die Speed Controller sind sehr flexibel. Mit einem Programmieradapter und der „FAULHABER Motion Manager“-Software sind sie durch den Kunden frei konfigurierbar.
- Je nach Konfiguration kann entweder ein BL-Motor oder ein DC-Motor mit der entsprechenden Sensorik zur Drehzahlerfassung betrieben werden.
- Die Speed Controller sind als Drehzahlregler konzipiert. Die Regelung erfolgt mit einem PI-Regler.
- Auch ein sensorloser Betrieb, bei dem die Drehzahl über die Auswertung der rückwirkenden Generatorspannung (EMK) bestimmt wird, ist möglich.
- Den Speed Controllern gemeinsam ist eine Strombegrenzung, die den maximalen Motorstrom bei zu hoher thermischer Belastung begrenzt. Diese Strombegrenzung ist in der Standardkonfiguration auf den für den jeweiligen Speed Controller maximalen zulässigen Wert eingestellt.

Standardvarianten

Um einen schnellen Betrieb ohne Programmieradapter und Software zu ermöglichen, werden die Speed Controller in verschiedenen Standardvarianten ausgeliefert. Die aufgeführten Varianten jedes Controllertyps können flexibel umkonfiguriert werden.

Betriebsarten

Mit einem Programmieradapter und der „FAULHABER Motion Manager“-Software kann je nach Controller-Typ zwischen einigen oder allen nachfolgend beschriebenen Betriebsarten umkonfiguriert werden (siehe auch „Hinweis“).

BL-Motoren mit digitalen oder analogen Hallensensoren

In der Konfiguration BL-Motoren mit Hallensensoren werden die Motoren drehzahl geregelt betrieben, wobei die Signale der Hallensensoren zur Kommutierung und Bestimmung der Ist-Drehzahl herangezogen werden.

BL-Motoren ohne Hallensensoren (Sensorlosbetrieb)

In dieser Konfiguration werden keine Hallensensoren verwendet, stattdessen wird die Gegen-EMK des Motors zur Kommutierung und Drehzahlregelung herangezogen.

BL-Motoren mit Absolutencoder

Dieser Modus kann nur in Verbindung mit der entsprechenden Hardware gewählt werden. In dieser Konfiguration gibt der Encoder eine Absolutposition aus. Diese wird zur Kommutierung sowie zur Drehzahlregelung genutzt. Wegen der hohen Auflösung des Encoders sind in diesem Modus geringe Drehzahlen zu erreichen.

BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren und Brake/Enable Eingang

In dieser Konfiguration werden die Motoren drehzahl geregelt betrieben. Durch die zusätzlichen Eingänge Brake sowie Enable wird eine einfachere Anbindung der Steuerung an z.B. SPS oder Sicherheitsschaltkreise ermöglicht.

BL-Motoren mit digitalen Hallensensoren und Encoder

In dieser Konfiguration geben die Hallensensoren die Informationen für die Kommutierung aus. Die Drehzahl wird auf das Signal des Inkrementalencoders geregelt. Deswegen sind bei einem hoch auflösenden Encoder auch sehr niedrige Drehzahlen zu erreichen.

DC-Motoren mit Encoder

In der Konfiguration DC-Motoren mit Encoder werden die Motoren drehzahl geregelt betrieben. Als Drehzahlwertgeber wird ein Incrementalencoder benötigt.

DC-Motoren ohne Encoder

In der Konfiguration DC-Motoren sensorlos werden die Motoren drehzahl geregelt betrieben, wobei zur Drehzahlwertfassung, je nach Lastfall, entweder die rückwirkende Generatorspannung (EMK) herangezogen wird oder eine IxR-Kompensation. Für diese Betriebsart ist eine Abstimmung auf den jeweiligen Motortyp notwendig.

Darüber hinaus können über die „FAULHABER Motion Manager“-Software weitere Parameter verändert werden:

- Reglerparameter
- Ausgangsstrombegrenzung
- Fixdrehzahl
- Encoderauflösung
- Drehzahlsollwertvorgabe über analog oder PWM-Signal
- Maximale Drehzahl bzw. Drehzahlbereich

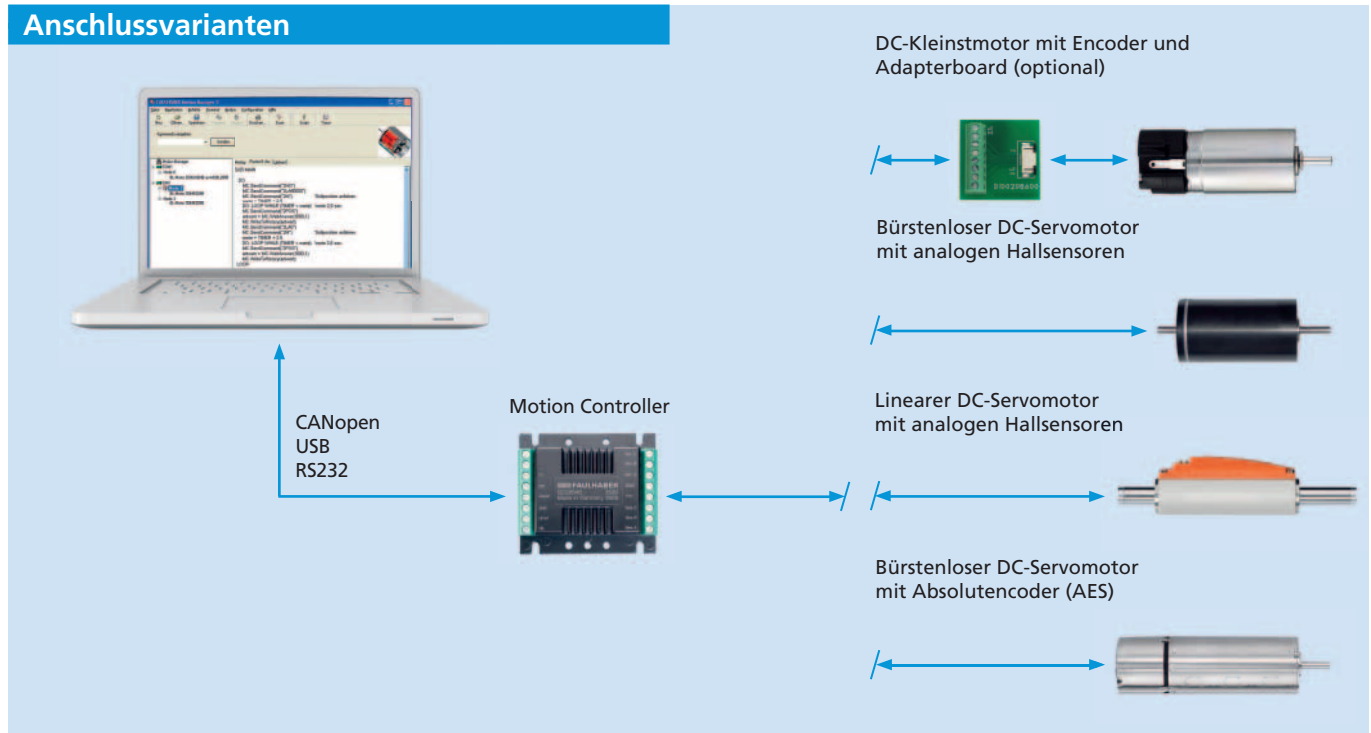
Hinweis

Den Speed Controllern ist eine Bedienungsanleitung zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt. Nicht alle Speed Controller sind für sämtliche Betriebsarten geeignet. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Betriebsarten sind in den jeweiligen Datenblättern enthalten.

Motion Controller

Technische Informationen

Anschlussvarianten



Funktion

Die FAULHABER Motion Controller sind hochdynamische Positioniersysteme, optimiert für den Betrieb von Kleinstmotoren.

Neben dem Betrieb als Positioniersystem stehen auch eine Drehzahl- oder eine Stromregelung zur Verfügung.

Die Motion Controller sind als separate Ansteuerungen für

- DC-Kleinstmotoren (MCDC)
- Bürstenlose DC-Servomotoren (MCBL)
- Lineare DC-Servomotoren (MCLM)

verfügbar.

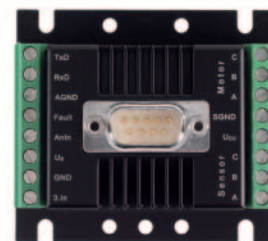
Besonders kompakte Lösungen werden mit den Motion Control Systems erreicht, hochdynamische, wartungsarme BLDC Servomotoren mit bereits integrierter Motion Control Ansteuerung.

Die integrierten Systeme verringern den Platzbedarf und vereinfachen zusätzlich die Installation durch die reduzierte Verdrahtung.

Nutzen und Vorteile

- Kompakte Bauform
- Wahlweise ansteuerbar über RS232 oder CAN Schnittstelle
- Geringer Verdrahtungsaufwand
- Parametrierbar mit Software „FAULHABER Motion Manager“ und USB-Schnittstelle
- Umfangreiches Zubehör

Produktkennzeichnung



MC	Motion Controller
BL	für Bürstenlose DC-Motoren
30	Max. Versorgungsspannung (30 V)
06	Max. Dauer Ausgangsstrom (6 A)
S	Gehäuse mit Schraubklemmleiste
AES	nur für BLDC-Motoren mit Absolutencoder
CF	CAN Schnittstelle, FAULHABER CAN

MC_{BL}30₀₆S_{AES}CF

Motion Controller

Konfiguration, Vernetzung, Schnittstellen

Betriebsarten

Drehzahlregelung

PI Drehzahlregelung, auch für hohe Gleichlaufanforderungen.

Positionierbetrieb

Zum Anfahren von definierten Positionen mit hoher Auflösung. Die Dynamik kann über den PD Regler an die Anwendung angepasst werden. Referenz- und Endschalter werden über vielfältige Homingmodi ausgewertet.

Drehzahlprofile

Beschleunigungs- und Bremsrampe sowie die Maximalgeschwindigkeit können auch abschnittsweise vorgegeben werden. Auch komplexe Profile sind damit problemlos umsetzbar.

Stromregelung

Schützt den Antrieb, indem der Motorstrom auf den eingestellten Spitzenstrom begrenzt wird. Über die integrierte I²t Überwachung wird der Strom im Bedarfsfall auf den Dauerstrom begrenzt.

Schutzfunktionen

- Schutz gegen ESD
- Überlastschutz für die Elektronik und den Motor
- Selbstschutz vor Übertemperatur
- Überspannungsschutz im Generatorbetrieb

Erweiterte Betriebsarten

- Schrittmotorbetrieb
- Gearing Mode
- Positionsregelung auf analogen Sollwert
- Betrieb als Servoverstärker im Spannungsteller Modus
- Drehmomenten- bzw. Kraftregler über variable Sollstromvorgabe

Optionen

Eine getrennte Versorgung von Motor und Ansteuer-elektronik ist optional möglich (wichtig für sicherheitsrelevante Anwendungen). Hierbei entfällt der 3. Eingang. Je nach Steuerung sind zusätzliche Programmieradapter und Anschlusshilfen verfügbar. Auf Anfrage ist eine spezielle Vorkonfiguration der Modi und Parameter möglich.

Schnittstellen – Diskrete I/O

Sollwerteingang

Je nach Betriebsart können Sollwerte über das Kommando Interface, über einen analogen Spannungswert, über ein PWM Signal oder über ein Quadratursignal vorgegeben werden.

Fehlerausgang (Open Collector)

Werkseitig als Fehlerausgang konfiguriert. Verwendbar auch als Digitaleingang, freier Schaltausgang, zur Drehzahlkontrolle oder Signalisierung einer erreichten Position.

Weitere Digitaleingänge

Zur Auswertung von Referenzschaltern.

Schnittstellen – Positionsgeber

Je nach Ausführung wird eine der aufgeführten Schnittstellen zum Positions- und Drehzahlgeber unterstützt.

Analoge Hallsignale

Drei um 120° versetzte analoge Hallsignale bei bürstenlosen DC-Motoren und linearen DC-Servomotoren.

Inkrementalencoder

Bei DC-Kleinstmotoren und als Zusatzgeber bei Bürstenlosen DC-Motoren.

Absolutencoder

Serielle SSI Schnittstelle, passend zu bürstenlosen DC-Servomotoren mit AES Encoder.

Motion Controller

Konfiguration, Vernetzung, Schnittstellen

Vernetzung

Integration in eine übergeordnete Steuerung

ASCII-Kommandos und CAN-Telegramme ermöglichen sowohl die Anbindung an eine übergeordnete Steuerung als auch die Integration des Motion Controllers in eine feldbusbasierte Umgebung.

Am PC können Visual Basic Scripte für erste Tests direkt im Motion Manager erstellt und ausgeführt werden.

Alternativ können mit einer beliebigen Hochsprache (Basic, C/C++, Delphi, LabView, ...) Anwendungen am PC entwickelt werden, die Befehle über die RS232 Schnittstelle oder einen CAN-Adapter direkt zum Antrieb senden oder von dort gesendete Meldungen einlesen.

Ebenso können die Kommandos auch innerhalb eines SPS-Programms für den Datenaustausch mit den Antrieben verwendet werden.

Schnittstellen – Busanbindung

Version mit RS232 Schnittstelle

Zur Ankopplung an einen PC mit einer Übertragungsrate von bis zu 115 kbaud. Über die RS232 Schnittstelle können auch mehrere Antriebe vernetzt an einer Steuerung betrieben werden. Auf Seiten des Steuerrechners sind dazu keine besonderen Vorkehrungen nötig. Die Schnittstelle bietet überdies die Möglichkeit, online Betriebsdaten und Werte abzufragen.

Für die Programmierung und Bedienung steht ein umfangreicher ASCII-Befehlssatz zur Verfügung. Dieser kann vom PC mit Hilfe der Software „FAULHABER Motion Manager“ oder über jeden anderen Steuerrechner vorgegeben werden.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, komplexe Abläufe aus diesen Befehlen zu erstellen und im Antrieb abzulegen. Einmal als Drehzahl- oder Positionsregler über den Analogeingang, als Schrittmotor oder elektronisches Getriebe programmiert, kann der Antrieb unabhängig von der RS232 Schnittstelle autonom betrieben werden.

Version mit CAN Schnittstelle

Über die CAN Schnittstelle können mehrere Antriebe vernetzt an einer übergeordneten Steuerung betrieben werden. Zur Integration in ein CAN-Netzwerk stehen Übertragungsraten bis zu 1 Mbit/s zur Verfügung.

Die CAN-Version unterstützt neben den CANopen-Standardprofilen einen speziellen FAULHABER Mode, der die Bedienung des Antriebs analog zur RS232-Version ermöglicht. Mit Hilfe der Software „FAULHABER Motion

Manager“ und des implementierten Befehlsinterpreters können die CAN-Antriebe mit den bekannten ASCII-Kommandos bedient und konfiguriert werden.

Über einen speziellen FAULHABER PDO-Kanal können außerdem sehr einfach alle Funktionen und Parameter der Antriebseinheit angesprochen werden.

Die Motion Controller mit FAULHABER CANopen unterstützen die Standardprotokolle CiA DS301 / DSP402 / DSP305.

Die Motion Controller unterstützen das CANopen-Kommunikationsprofil nach DS301 V4.02 gemäß der CiA-Spezifikation für Slave-Geräte mit folgenden Diensten:

- 1 Server SDO
- 3 Sende PDOs, 3 Empfangs PDOs
- Statisches PDO Mapping
- NMT mit Node Guarding
- Emergency Object

Außerdem werden aus dem CiA Geräteprofil für Motion Controller (DSP 402) folgende Funktionen unterstützt:

- Profile Position Mode und Position Control Function
- Homing Mode
- Profile Velocity Mode

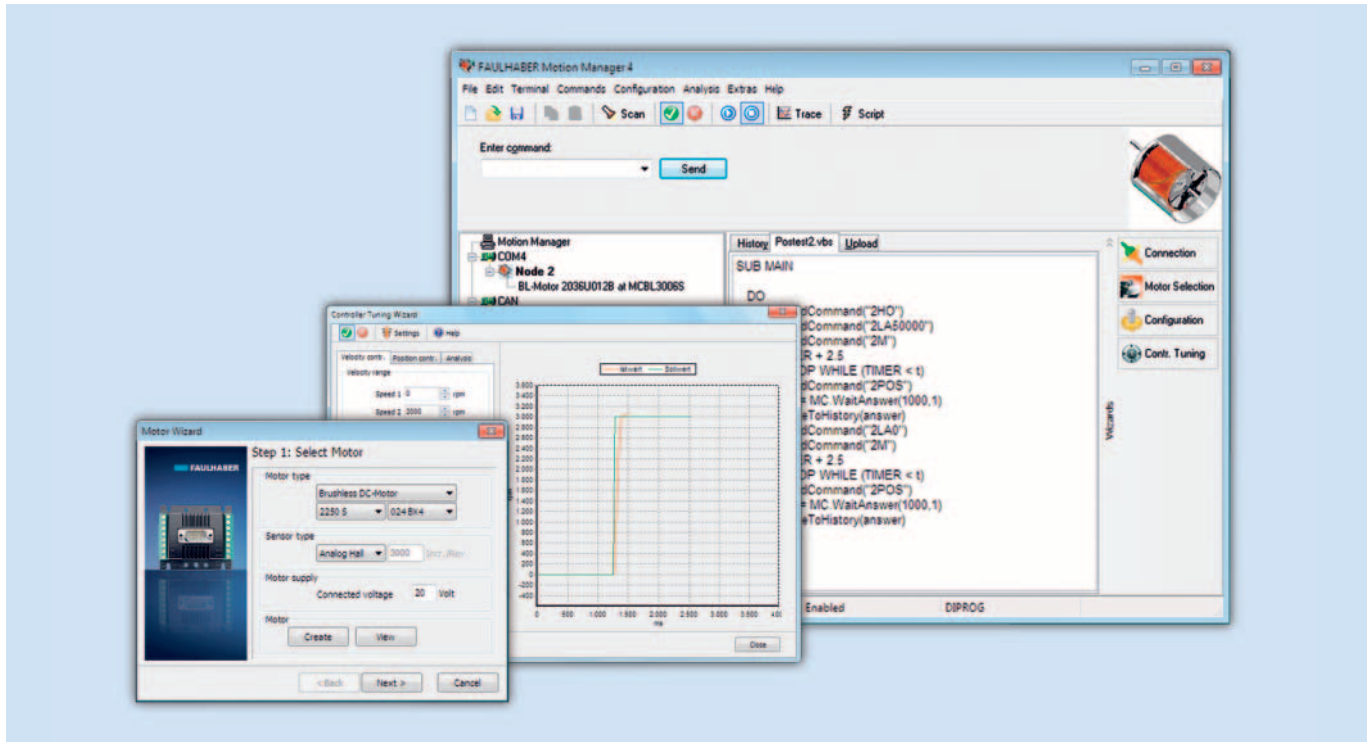
Die Einstellung von Übertragungsrate und Knoten-Nr. erfolgt über das Netzwerk gemäß des LSS-Protokolls nach DSP305 V1.11, zusätzlich ist eine automatische Baudraten-erkennung implementiert.

Die CAN-Schnittstelle bietet weitere umfangreiche Funktionen. Details zum Einsatz und zur Konfiguration entnehmen Sie bitte den entsprechenden Bedienungsanleitungen.

Hinweis

Den Motion Controllern und Motion Control Systems ist ein Gerätehandbuch zur Installation und Inbetriebnahme beigelegt. Kommunikations- und Funktionshandbücher sowie die Software „FAULHABER Motion Manager“ sind auf Anfrage oder im Internet unter www.faulhaber.com erhältlich.

Motion Controller Software



Motion Manager

Zur Inbetriebnahme und Konfiguration von Antriebssystemen mit Motion Controllern steht dem Anwender die leistungsstarke Software „FAULHABER Motion Manager“ zur Verfügung.

Die Bedienung erfolgt einheitlich für Antriebe mit RS232- oder CAN-Schnittstelle. Der Einstieg in die CAN-Technologie wird dadurch erleichtert.

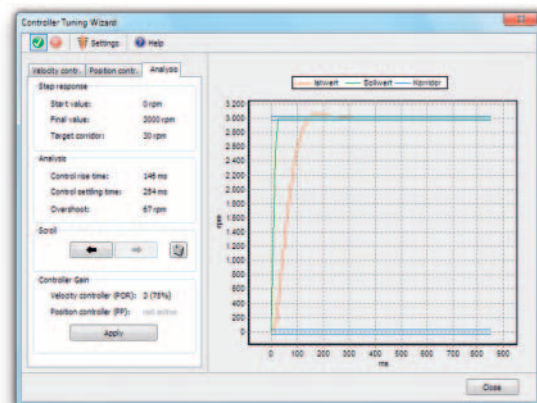
Der „FAULHABER Motion Manager“ für Microsoft Windows kann unter www.faulhaber.com kostenlos heruntergeladen werden.

Inbetriebnahme und Konfiguration

Die Software erlaubt einen komfortablen Zugriff auf die Einstellungen und Parameter der angeschlossenen Motorsteuerungen.

Über die grafische Benutzeroberfläche können Konfigurationen ausgelesen, verändert und wieder eingespielt werden. Einzelne Befehle oder komplette Parametersätze und Programmsequenzen können eingegeben und zur Steuerung übertragen werden.

Zusätzlich stehen Analysemöglichkeiten in Form von Statusanzeige und grafischem Trace-Fenster zur Verfügung.



Ab Version 4.6 wird die Inbetriebnahme der Antriebe unterstützt durch einen:

- Verbindungsassistenten
- Motorauswahlssistenten
- Tuningassistenten

Eine Online-Hilfe und die integrierte Visual Basic Script Sprache runden das Programm ab.

**DR. FRITZ FAULHABER
GMBH & CO. KG**

Daimlerstraße 23/25
71101 Schönaich · Germany
Tel.: +49 (0) 7031 638 0
Fax: +49 (0) 7031 638 100
info@faulhaber.de

FAULHABER MINIMOTOR SA

6980 Croglio · Switzerland
Tel.: +41 (0)91 611 31 00
Fax: +41 (0)91 611 31 10
info@minimotor.ch

MICROMO

14881 Evergreen Avenue
Clearwater · FL 33762-3008 · USA
Tel.: +1 (727) 572 0131
Toll-Free: 800 807 9166