

Bürstenlose DC-Motoren

Technische Informationen



Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Allgemeines

Die FAULHABER-Wicklung:

Das ursprünglich von Dr. Fritz Faulhaber sen. erfundene und 1958 patentierte FAULHABER System mit der fortschrittlichen eisenlosen, freitragenden, schräg gewickelten Rotorspule bildet das Herzstück jedes FAULHABER DC-Motors. Diese revolutionäre Technologie veränderte die Industrie und erschuf neue Möglichkeiten für Kundenanwendungen von DC-Motoren, in denen die größte Leistung, die besten dynamischen Eigenschaften, eine möglichst kleine Baugröße und eine geringe Masse verlangt werden. Bei der Anwendung in einem dreiphasigen bürstenlosen Motor rotiert die Wicklung nicht mehr, sondern wird vielmehr die Grundlage eines nutenlosen Stators. Die wesentlichen Vorteile dieser einzigartigen Technologie sind:

- Kein Rastmoment, wodurch ein präziser Positionierbetrieb sowie eine sehr gute Drehzahlregelung ermöglicht und ein insgesamt höherer Wirkungsgrad im Vergleich zu anderen bürstenlosen Motortypen erreicht wird
- Extrem hohes Drehmoment und hohe Leistung im Verhältnis zu Baugröße und Masse des Motors
- Absolut lineares Verhältnis von Last zu Drehzahl, Strom zu Drehmoment und Spannung zu Drehzahl, mit hochempfindlichem Strom- / Drehmomentverhalten
- Extrem niedrige Drehmomentwelligkeit

Bürstenlose DC-Motoren:

Ob 4-Pol DC-Servomotoren mit hohem Drehmoment, hocheffiziente DC-Flachmotoren oder kompakte nutenlose Motoren, FAULHABER ist darauf spezialisiert, die beste Leistung aus der kleinsten Bauform herauszuholen.

Aufgrund ihres Designs sind die bürstenlosen DC-Motoren von FAULHABER ideal für Hochleistungs-Servoanwendungen mit häufigen Überlastbedingungen sowie für Anwendungen im Dauerbetrieb, bei denen eine maximale Lebensdauer erforderlich ist.

Die hochpräzisen 2-Pol bürstenlosen DC-Servomotoren von FAULHABER sind dreiphasige nutenlose Motoren mit breitem Drehzahl- und Drehmomentbereich. Sie sind ideal für Anwendungen mittlerer und hoher Drehzahl, die eine gleichmäßige Drehzahlregelung, einen hohen Wirkungsgrad und eine lange Lebensdauer erfordern.

FAULHABER BHx Motoren sind dreiphasige nutenlose und bürstenlose Motoren, die ein außerordentlich hohes Leistungs-Volumen-Verhältnis und hohen Wirkungsgrad für kühlen Betrieb bei sehr hohen Drehzahlen bieten. Sie besitzen eine sechsphasige Spule für dreiphasigen Betrieb, die die Motorleistung bei gleichbleibendem Wirkungsgrad deutlich steigert. Sie sind für hohe bis höchste Drehzahlen ausgelegt. „High-Speed“ (BHS) und „High-Torque“ (BHT) Ausführungen sind erhältlich, um je nach Anwendung möglichst hohe Geschwindigkeiten oder Drehmomente zu erzielen.

Für hochdynamische Servoanwendungen, die sehr hohes Drehmoment in höchst kompakten Abmessungen fordern, sind die 4-poligen DC-Servomotoren der FAULHABER BX4 und BP4 Serie ideal. Ihr robustes Design mit nur wenigen Bauteilen ohne verklebte Komponenten bedeutet, dass sie äußerst langlebig und gut für raue Umgebungsbedingungen geeignet sind, wie beispielsweise extreme Temperaturen und hohe Schwing- und Schocklasten.

Die FAULHABER BP4-Familie 4-poliger nutenloser bürstenloser Motoren eignet sich perfekt für Anwendungen in denen ein hohes Spitzen-Drehmoment und sehr dynamische Drehzahlregelung gefordert sind.

Bürstenlose DC-Flachmotoren von FAULHABER sind dreiphasige nutenlose Motoren mit axialem Flussspalt und rotierendem Eisenrückschluss. Sie haben einen viel höheren Wirkungsgrad als andere flache bürstenlose Motoren und ihr rotierender Eisenrückschluss verleiht ihnen ein hohes Rotorträgheitsmoment, das ideal für Anwendungen ist, in denen eine niedrige Drehmomentwelligkeit und eine hochpräzise kontinuierliche Drehzahlregelung erforderlich sind.

Die FAULHABER BXT-Familie flacher genuteter bürstenloser Motoren bietet ein möglichst hohes Drehmoment in sehr kompakter Bauform.

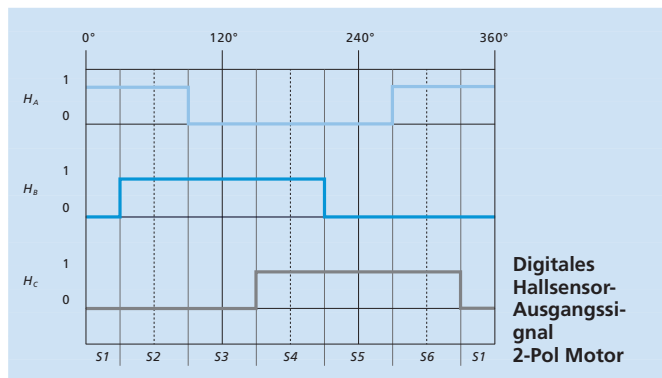
FAULHABER bietet auch eine Palette zweipoliger bürstenloser Motoren mit einem zylindrischen rotierenden Eisenrückschluss an, die auch als eisenlose Außenläufermotoren bezeichnet werden. Der FAULHABER Motor hebt sich dabei durch das nutenlose Design hervor, das das Rastmoment eliminiert. Das hohe Trägheitsmoment des Rotors macht diese Motoren ideal für Dauerbetriebsanwendungen, die hochpräzise Drehzahlregelung erfordern. Diese Motoren haben auch eine integrierte Drehzahlregelung, die für verschiedene Drehzahlprofile konfiguriert werden kann.

Bürstenlose DC-Servomotoren

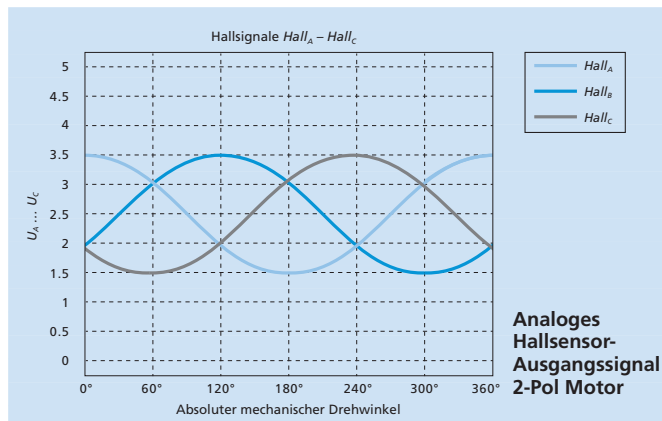
Technische Informationen

Sensoren:

FAULHABER 2-Pol oder 4-Pol DC-Servomotoren und bürstenlose DC-Flachmotoren sind standardmäßig mit 3 diskreten digitalen Hallensensoren mit einer Phasenverschiebung von 120° ausgestattet.



Optional sind die meisten FAULHABER bürstenlosen DC-Servomotoren mit analogen (linearen) Hallensensoren erhältlich.



Diese Sensoren können in vielen Anwendungen die Notwendigkeit eines hochauflösenden Encoders ersetzen und die grundlegenden Kommutierungssignale für die bürstenlosen DC-Servomotoren in Kombination mit FAULHABER Motion Controllern bereitstellen.

In manchen Fällen wie z.B. bei der FAULHABER BHx-Familie werden einzelne Sensoren durch eine Kommutierungs-Platine ersetzt, die Hall-Signale zur Verfügung stellt sowie in manchen Fällen auch Signale zur Sinus-Kommutierung.

Magnete:

Die bürstenlosen DC-Servomotoren sind mit einer Reihe unterschiedlicher Magnettypen verfügbar, um der jeweiligen Leistung des gegebenen Motortyps oder den Anwendungsbedingungen gerecht zu werden. Zu diesen Materialien zählen hochleistungsfähige Seltene-Erden-Magnettypen, wie z.B. SmCo und NdFeB.

Lebensdauer:

Da die Motorkommutierung nicht mechanisch, sondern elektronisch durchgeführt wird, hängt die Lebensdauer eines bürstenlosen DC-Servomotors von FAULHABER hauptsächlich von der Lebensdauer der Motorlager ab. FAULHABER verwendet hochpräzise vorgespannte Kugellager in jedem seiner bürstenlosen DC-Servomotoren von 6 mm Durchmesser aufwärts. Die Faktoren, die die Lebensdauer der Motorlager beeinflussen, sind die statischen und dynamischen axialen und radialen Lagerbelastungen, die thermischen Umgebungsbedingungen, die Drehzahl, Schwing- und Schockbelastungen sowie die Präzision, mit der die Welle an die gegebene Anwendung gekoppelt ist. Wenn bürstenlose DC-Servomotoren gemäß Datenblatt betrieben werden, übertrifft ihre Lebensdauer die von mechanisch kommutierten (bürstenbehafteten) DC-Motoren um ein Vielfaches.

Modifikationen:

FAULHABER ist auf die Anpassung seiner Standardprodukte für kundenspezifische Anwendungen spezialisiert. Folgende Standardoptionen sind für FAULHABER bürstenlose DC-Servomotoren verfügbar:

- Zusätzliche Spannungstypen
- Anschlussleitungen (PTFE und PVC) und Stecker
- Konfigurierbare Wellenlängen und zweites Wellenende
- Modifizierte Wellengeometrie und Ritzelkonfigurationen, wie z.B. Flächen, Zahnräder, Scheiben und Exzenter
- Erweiterter Temperaturbereich
- Vakuumtauglichkeit (z.B. 10^{-5} Pa)
- Modifizierungen für Applikationen mit hohen Drehzahlen und/oder hohen Lasten
- Modifizierung für hohe Schwing- und Schockbelastungen
- Autoklavierbarkeit
- Modifizierung für Motoren mit erhöhten elektrischen oder mechanischen Toleranzanforderungen

Produktkombinationen:

FAULHABER bietet für seine bürstenlosen DC-Servomotoren die branchenweit größte Auswahl an maßgeschneiderten Kombinationsmöglichkeiten, unter anderem mit:

- Präzisionsgetriebe (Planetengetriebe, Stirnrad- und spielarme Stirnradgetriebe)
- Hochauflösende Encoder (Inkremental- und Absolutencoder)
- Leistungsfähige Steuerungen (Speed Controller, Motion Controller)
- Integrierte Steuerungen (Speed Controller, Motion Controller)

Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Bürstenlose DC-Servomotoren
2-Pol-Technologie

Serie 1628 ... B

Werte bei 22°C und Nennspannung	1628 T
1 Nennspannung	U_N
2 Anschlusswiderstand, Phase-Phase	R
3 Wirkungsgrad, max.	η_{max}
4 Leerlaufdrehzahl	n_o
5 Leerlaufstrom, typ. (bei Wellen \varnothing 1,5 mm)	I_o
6 Anhaltmoment	
7 Reibungsdrehmoment	

Erläuterungen zu den Datenblättern

Die folgenden Werte werden bei Nennspannung ohne integrierte Steuerungen und bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C gemessen bzw. berechnet. Nicht alle technischen Daten sind für alle Motoren relevant und variieren zudem je nach Motortechnik und -typ.

Nennspannung U_N [V]

Diese Spannung wird zwischen zwei Wicklungsphasen mittels Blockkommütierung angelegt. Bei dieser Spannung werden die anderen Kennwerte im Datenblatt gemessen bzw. berechnet. Je nach geforderter Drehzahl kann innerhalb der gegebenen Grenzen eine höhere oder niedrigere Spannung am Motor angelegt werden.

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

Beschreibt den Widerstand zwischen zwei Motorphasen ohne Anschlussleitungen. Dieser Wert ändert sich mit der Wicklungstemperatur (Temperaturkoeffizient: $\alpha_{22} = 0,004 \text{ K}^{-1}$).

Wirkungsgrad η_{max} [%]

Das maximale Verhältnis zwischen der aufgenommenen elektrischen Leistung und der abgegebenen mechanischen Leistung des Motors.

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

Leerlaufdrehzahl n_o [min^{-1}] ± 12 %

Beschreibt die Motordrehzahl im Leerlauf im eingeschwungenen Zustand bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C. Falls nicht abweichend definiert, gilt für die Leerlaufdrehzahl eine Toleranz von ± 12 %.

$$n_o = \frac{U_N - (I_o \cdot R)}{2\pi \cdot k_M}$$

Leerlaufstrom, typ. I_o [A]

Beschreibt die Stromaufnahme des unbelasteten Motors in eingeschwungenem Zustand bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C.

Der Leerlaufstrom ist drehzahl- und temperaturabhängig. Änderungen der Umgebungstemperatur oder der Kühlbedingungen beeinflussen den Wert. Darüber hinaus wird der Leerlaufstrom des Motors durch Änderungen an der Welle, der Lagerung, der Schmierung und des Kommutierungssystems sowie Kombinationen mit anderen Komponenten wie z.B. Getrieben oder Encodern beeinflusst.

Anhaltmoment M_H [mNm]

Das vom Motor bei Stillstand (stehender Rotor) und Nennspannung entwickelte Drehmoment. Dieser Wert kann sich durch Magnettyp und -temperatur sowie der Wicklungstemperatur ändern.

Anlaufmoment M_A [mNm]

Drehmoment, welches der Motor bei Raumtemperatur und Nennspannung beim Anlauf kurzzeitig maximal erzeugen kann. Dieser Wert kann sich durch mögliche Strombegrenzungen in der Steuerungselektronik ändern.

Sowohl das Anhaltmoment M_H als auch das Anlaufmoment M_A können mit der folgenden Formel grob berechnet werden:

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

Reibungsdrehmoment C_o [mNm]

Das Drehmoment, das durch statische mechanische Reibung der Kugellager und magnetischer Hysterese des Stators verursacht wird.

Dynamischer Reibungskoeffizient C_v [mNm/ min^{-1}]

Dieser Faktor ergibt sich aus dem Drehmoment aufgrund des Reibungskoeffizienten der Kugellager und aus den Wirbelströmen, die durch die zyklischen Veränderungen im Magnetfeld des Stators verursacht werden. Diese Verluste sind proportional zur Drehzahl des Motors.

Drehzahlkonstante k_n [min^{-1}/V]

Die Drehzahländerung pro an die Motoranschlüsse angelegtem Volt bei konstanter Last.

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

Gegen-EMK-Konstante k_E [mV/ min^{-1}]

Die Konstante, die das Verhältnis zwischen induzierter Spannung und Drehzahl beschreibt.

$$k_E = 2\pi \cdot k_M$$

Drehmomentkonstante k_M [mNm/A]

Die Konstante, die das Verhältnis zwischen Motordrehmoment und aufgenommenem Strom beschreibt.

Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Stromkonstante k_t [A/mNm]

Beschreibt das Verhältnis des Stroms in der Motorwicklung und dem an der Abtriebswelle abgegebenen Drehmoment.

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

Steigung der n-/M-Kennlinie $\Delta n / \Delta M$ [min⁻¹/mNm]

Das Verhältnis der Drehzahländerung zur Drehmomentänderung. Je kleiner der Wert, desto leistungsfähiger ist der Motor.

$$\frac{\Delta n}{\Delta M} = \frac{R}{k_M^2} \cdot \frac{1}{2\pi}$$

Anschlussinduktivität, Phase-Phase L [μH]

Die zwischen zwei Phasen bei 1 kHz gemessene Induktivität.

Mechanische Zeitkonstante τ_m [ms]

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

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

Rotorträgheitsmoment J [gcm²]

Das dynamische Massenträgheitsmoment des Rotors.

Winkelbeschleunigung α_{max} [rad/s²]

Die Beschleunigung aus dem Stillstand ohne Last und bei Nennspannung.

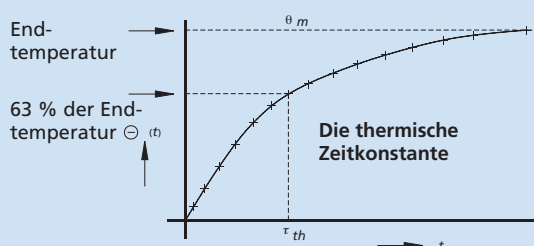
$$\alpha_{max} = \frac{M_H}{J}$$

Wärmewiderstand R_{th1} ; R_{th2} [K/W]

R_{th1} entspricht dem Wärmewiderstand zwischen Wicklung und Gehäuse. R_{th2} entspricht dem Wärmewiderstand zwischen Gehäuse und Umgebung. R_{th2} kann reduziert werden, indem ein Wärmeaustausch zwischen Motor und Umgebung ermöglicht wird (z.B. durch den Einsatz eines Kühlkörpers und/oder durch eine Zwangsbelüftung).

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

Beschreibt die Zeit, die die Wicklung (τ_{w1}) und das Gehäuse (τ_{w2}) benötigen, um eine Temperatur von 63 % des endgültigen Wertes im eingeschwungenen Zustand zu erreichen.



Betriebstemperaturbereich [°C]

Gibt die minimale und maximale Standard-Betriebstemperatur des Motors sowie die höchstzulässige Temperatur der Standardmotorwicklung an.

Wellenlagerung

Die für die bürstenlosen DC-Motoren verwendeten Lager.

Wellenbelastung, max. zulässig [N]

Die max. zulässige Wellenbelastung bei angegebenem Wellendurchmesser für die Abtriebswelle. Die Werte für Belastung und Lebensdauer von Motoren mit Kugellagern basieren auf den Herstellerangaben. Dieser Wert gilt nicht für das hintere oder zweite Wellenende.

Wellenspiel [mm]

Spiel zwischen Welle und Lagerung einschließlich des zusätzlichen Lagerspiels bei Kugellagern.

Gehäusematerial

Das Gehäusematerial und die Oberflächenbehandlung.

Masse [g]

Die typische Masse des Standardmotors.

Drehrichtung

Die Motoren eignen sich für den Betrieb im (CW) und gegen (CCW) den Uhrzeigersinn; die Drehrichtung ist reversibel.

Bitte beachten Sie, dass die Drehrichtung bei Motoren mit integrierter Elektronik evtl. nicht umkehrbar ist.

Drehzahl bis n_{max} [min⁻¹]

Die maximal empfohlene Drehzahl für Dauerbetrieb bei einem definierten Kühlfaktor. Dieser Wert beruht auf dem empfohlenen Betriebsbereich der Standard-Motorlager und der Wicklung. Alle höheren Werte haben negative Auswirkungen auf die maximal erreichbare Lebensdauer des Motors.

Anzahl der Polpaare

Gibt die Anzahl der Polpaare des Standardmotors an.

Hallsensoren

Beschreibt den Typ der Sensorik zur Motorkommutierung im Standardmotor.

Magnetmaterial

Beschreibt den Grundtyp des Magneten, der im Standardmotor verwendet wird.

Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Längenmaße ohne mechanische Toleranzangaben:

Toleranzen nach ISO 2768.

≤ 6 = ± 0,1 mm

≤ 30 = ± 0,2 mm

≤ 120 = ± 0,3 mm

Die Toleranzen nicht spezifizierter Werte erhalten Sie auf Anfrage.

Alle mechanischen Abmessungen der Motorwelle werden mit axialer Wellenbelastung in Richtung Motor gemessen.

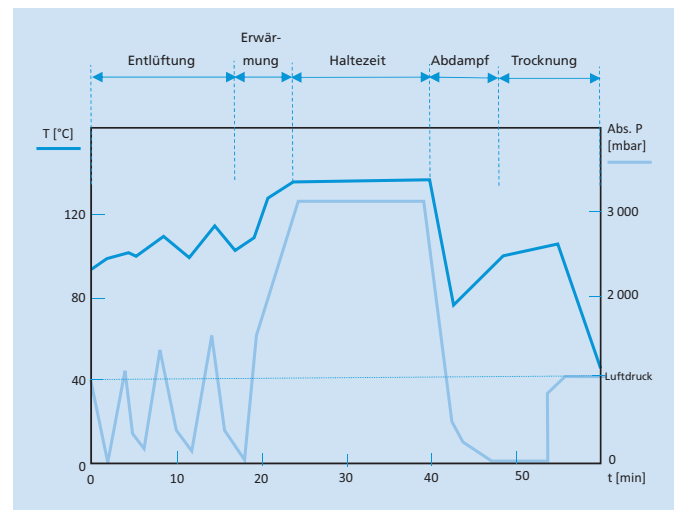
Autoklavierbar

Bürstenlose DC-Motoren von FAULHABER mit der Spezifikation „für Sterilisation im Autoklav“ wurden speziell für den Gebrauch in Dampfsterilisationsverfahren entwickelt. Folgender Sterilisationsprozess wurde als Referenz verwendet:

Referenz-Prozess für Sterilisation im Autoklav:

Sterilisator, Dampfsterilisator unter gepulstem Vakuum

Entlüftung	Schrittweise Entlüftung vor Vakuum
Haltezeit	134°C
Haltezeit	ca. 3.100 mbar abs.
Relative Luftfeuchtigkeit	100 %
Haltezeit	18 Minuten
Trocknung	Nach-Vakuum-Trocknung



Der oben aufgeführte Sterilisationsprozess beinhaltet keine Vorbereitungsaktivitäten wie z.B. Säuberung (Reinigung) oder Desinfizierung. Die typische Anzahl der Sterilisationszyklen, die ein bürstenloser DC-Motor verkraftet, sind auf dem Datenblatt angegeben. Wird der Motor in der Endmontage fest umhaust, erhöht sich dieser Wert ggf.

Bürstenlose DC-Servomotoren

Technische Informationen

Nennwerte für Dauerbetrieb

Die folgenden Werte werden bei Nennspannung ohne integrierte Steuerungen und bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C gemessen.

Nenn Drehmoment M_N [mNm]

Das maximale Dauerdrehmoment (S1-Betrieb) bei Nennspannung, bei dem im eingeschwungenen Zustand die Temperatur die maximal zulässige Wicklungstemperatur und/oder den Betriebstemperaturbereich des Motors nicht überschreitet. Zudem ist entweder der R_{th2} -Werts um 25 % reduziert oder die Motoren sind mit einer zusätzlichen Befestigungsmöglichkeit am Metallflansch ausgestattet. Beide Diagramm-Arten geben einen groben Wert der Motorkühlung bei einer typischen Einbausituation wieder. Dieser Wert kann überschritten werden, wenn der Motor intermittierend betrieben wird, z.B. im S2-Betrieb und/ oder wenn mehr Kühlung zum Einsatz kommt.

Nennstrom (thermische Grenze) I_N [A]

Der typische maximale Dauerstrom in eingeschwungenem Zustand, der aus dem Nenn Drehmoment bei Dauerbetrieb resultiert. Dieser Wert enthält eine geringere k_M (Drehmomentkonstante), da er vom Temperaturkoeffizient der Wicklung abhängt, von Verlusten aus den Effekten des dynamischen Reibungswerts einschließlich Wirbelstrom-Verlusten sowie von den thermischen Eigenschaften des gegebenen Magnetmaterials. Dieser Wert kann überschritten werden, wenn der Motor intermittierend betrieben wird, bei Start-/Stopbetrieb, in der Anlaufphase und/oder wenn mehr Kühlung zum Einsatz kommt.

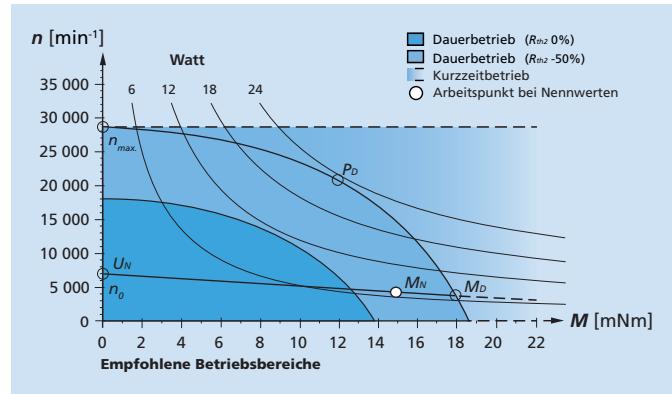
Nenn Drehzahl n_N [min⁻¹]

Die typische Nenn Drehzahl in eingeschwungenem Zustand, die sich aus dem gegebenen Nenn Drehmoment ermittelt. Dieser Wert schließt die Effekte der Motorverluste auf die Steigung der n/M -Kennlinie ein.

Nennsteigung der n - M Kurve

Eine Annäherung der Steigung der Kurve bei einem gegebenen Nennarbeitspunkt. Dieser Wert setzt sich aus der Leerlaufdrehzahl und der Drehzahl unter Last zusammen.

$$\frac{n_0 - n_N}{M_N}$$



Beispiel: Leistungsdiagramm für Nennwerte bei Dauerbetrieb.

Erläuterungen zum Leistungsdiagramm

Das Leistungsdiagramm zeigt den Bereich der möglichen Arbeitspunkte eines Antriebs bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C und beinhaltet sowohl den Betrieb im thermisch isolierten wie auch im gekühlten Zustand. Dargestellt werden die möglichen Drehzahlbereiche in Abhängigkeit zum Wellendrehmoment.

Der gestrichelt dargestellte Sektor beschreibt mögliche Arbeitspunkte, in denen der Antrieb im intermittierenden Betrieb oder bei erhöhter Kühlung zum Einsatz kommen kann.

Dauerdrehmoment M_D [mNm]

Beschreibt das max. empfohlene Dauerdrehmoment im eingeschwungenen Zustand bei Nennspannung und thermischer Reduzierung des R_{th2} -Wertes um 50 %. Die Dauerdrehzahl verhält sich linear zum Dauerdrehmoment. Bei flachen genuteten bürstenlosen Motoren wird dieser Wert bei Montage des Motors an einem Metallflansch angegeben und entspricht dem Wert M_N . Das Dauerdrehmoment ist unabhängig von der Dauerleistung und kann überschritten werden, wenn der Motor intermittierend betrieben wird, z.B. im S2-Betrieb, und/ oder mehr Kühlung zum Einsatz kommt.

Dauerleistung P_D [W]

Beschreibt die max. mögliche Abgabeleistung bei Dauerbetrieb im eingeschwungenen Zustand bei thermischer Reduzierung des R_{th2} -Wertes um 50 %. Der Wert ist nicht vom Dauerdrehmoment abhängig, verhält sich linear zum Kühlfaktor und kann überschritten werden, wenn der Motor intermittierend betrieben wird, z.B. im S2-Betrieb und/oder wenn mehr Kühlung zum Einsatz kommt.

Bürstenlose DC-Servomotoren

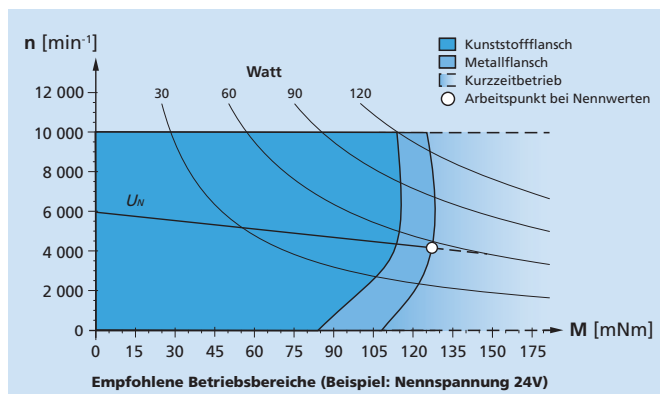
Technische Informationen

Nennspannungskennlinie U_N [V]

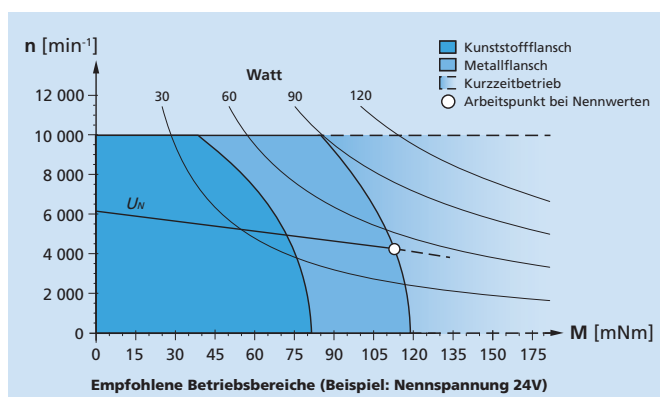
Die Nennspannungskennlinie beschreibt die Arbeitspunkte bei U_N im ungekühlten und gekühlten Zustand. Im eingeschwingenen Zustand entspricht der Startpunkt der Leerlaufdrehzahl n_0 des Antriebs. Betriebspunkte oberhalb dieser Kurve können durch eine Erhöhung, Betriebspunkte unterhalb durch eine Reduzierung der Nennspannung erreicht werden.

Zusatzinformationen für flache genutete bürstenlose Motoren

Die Leistungskurven genuteter Motoren mit Gehäuse unterscheiden sich deutlich von Diagrammen von Motoren ohne Gehäuse. Motoren ohne Gehäuse haben typischerweise eine höhere Leistung da sie durch die Umgebungsluft gekühlt werden.



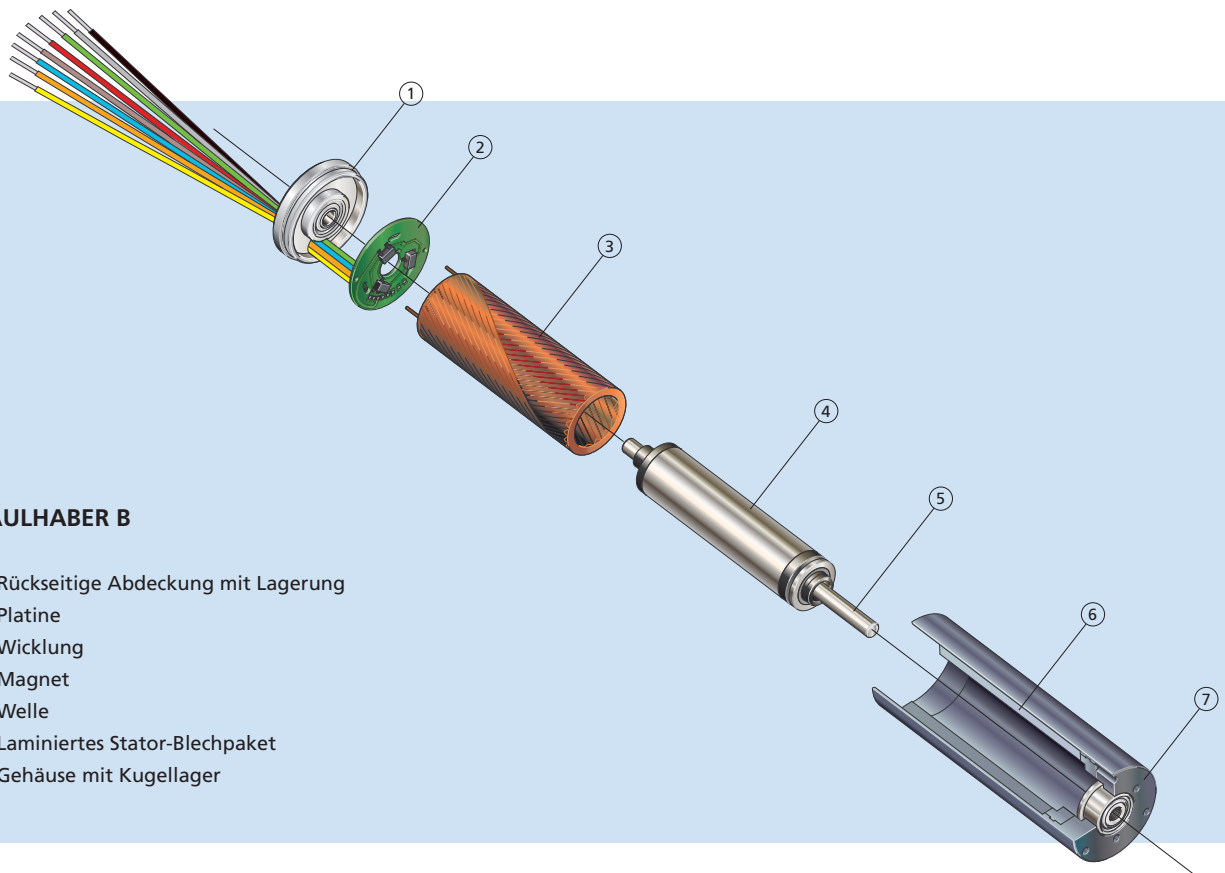
Beispiel: Leistungsdiagramm für Nennwerte bei Dauerbetrieb. (BXT R)



Beispiel: Leistungsdiagramm für Nennwerte bei Dauerbetrieb. (BXT H)

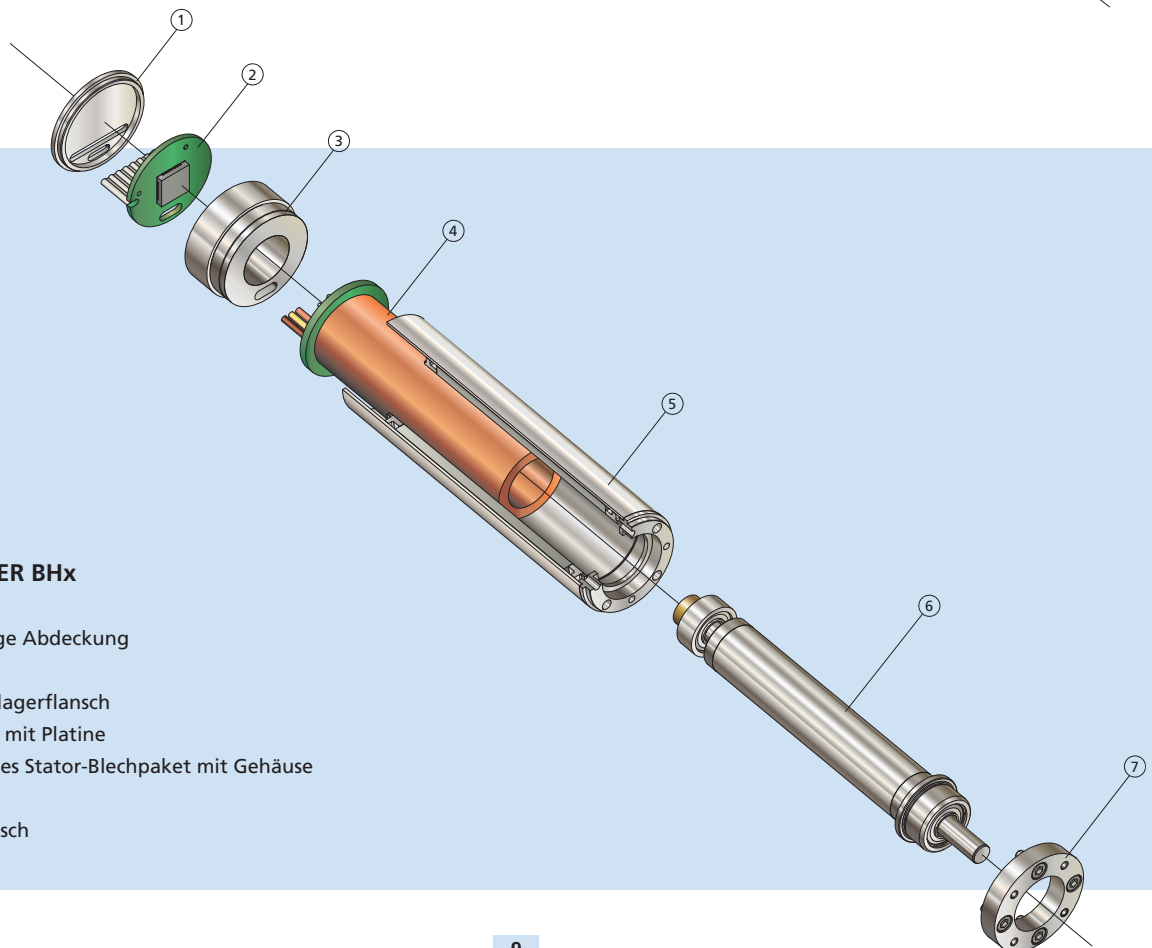
Bürstenlose DC-Servomotoren

Prinzipieller Aufbau



FAULHABER B

- ① Rückseitige Abdeckung mit Lagerung
- ② Platine
- ③ Wicklung
- ④ Magnet
- ⑤ Welle
- ⑥ Laminiertes Stator-Blechkpaket
- ⑦ Gehäuse mit Kugellager

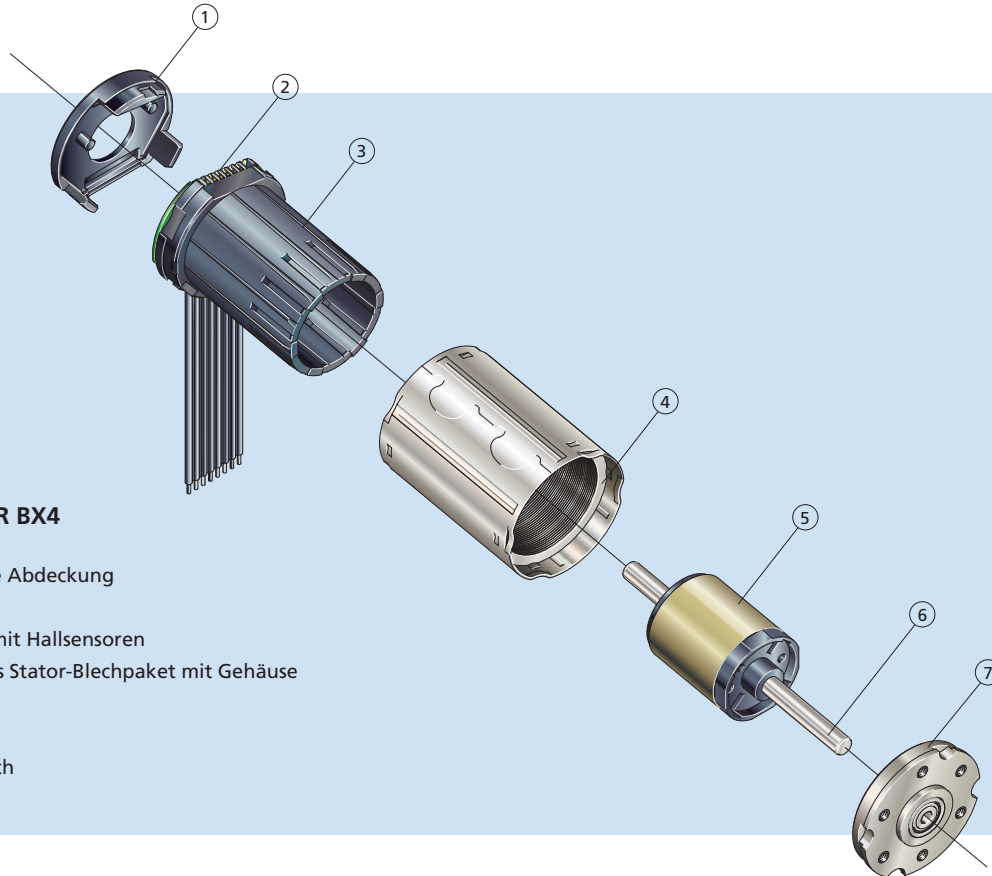


FAULHABER BHx

- ① Rückseitige Abdeckung
- ② Platine
- ③ Zwischenlagerflansch
- ④ Wicklung mit Platine
- ⑤ Laminiertes Stator-Blechkpaket mit Gehäuse
- ⑥ Rotor
- ⑦ Lagerflansch

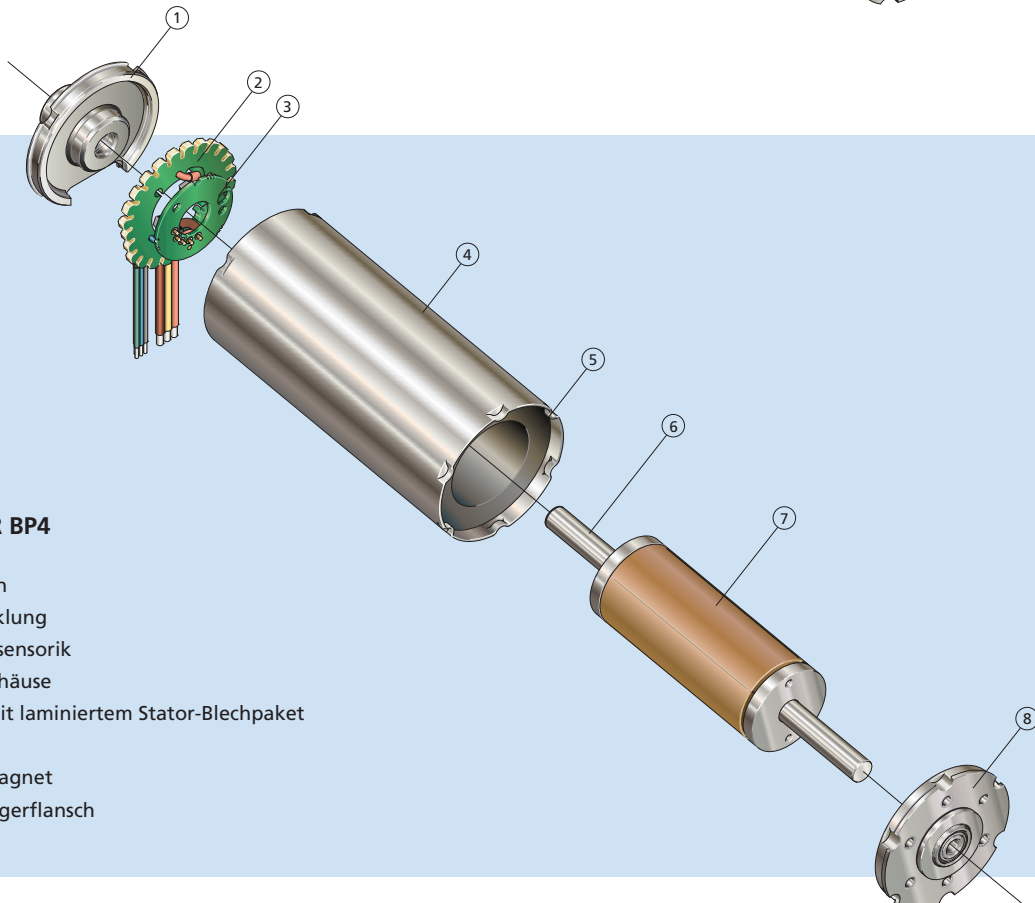
Bürstenlose DC-Servomotoren

Prinzipieller Aufbau



FAULHABER BX4

- ① Rückseitige Abdeckung
- ② Platine
- ③ Wicklung mit Hallsensoren
- ④ Laminiertes Stator-Blechkpaket mit Gehäuse
- ⑤ Magnet
- ⑥ Welle
- ⑦ Lagerflansch

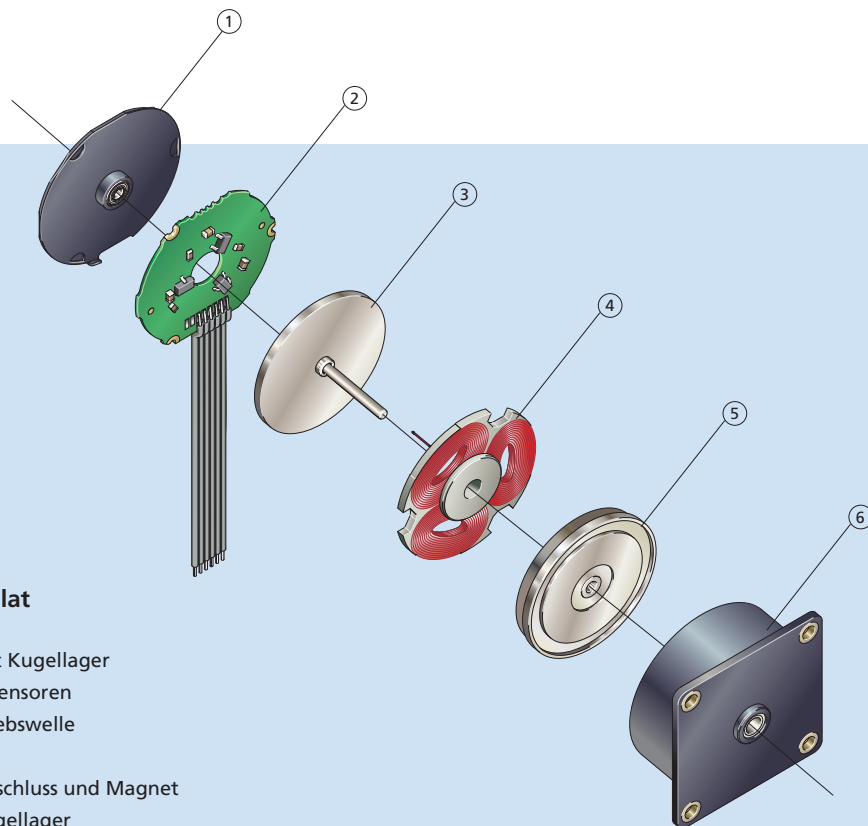


FAULHABER BP4

- ① Lagerflansch
- ② Platine Wicklung
- ③ Platine Hallsensorik
- ④ Edelstahlgehäuse
- ⑤ Wicklung mit laminiertem Stator-Blechkpaket
- ⑥ Welle
- ⑦ 4-poliger Magnet
- ⑧ Vorderer Lagerflansch

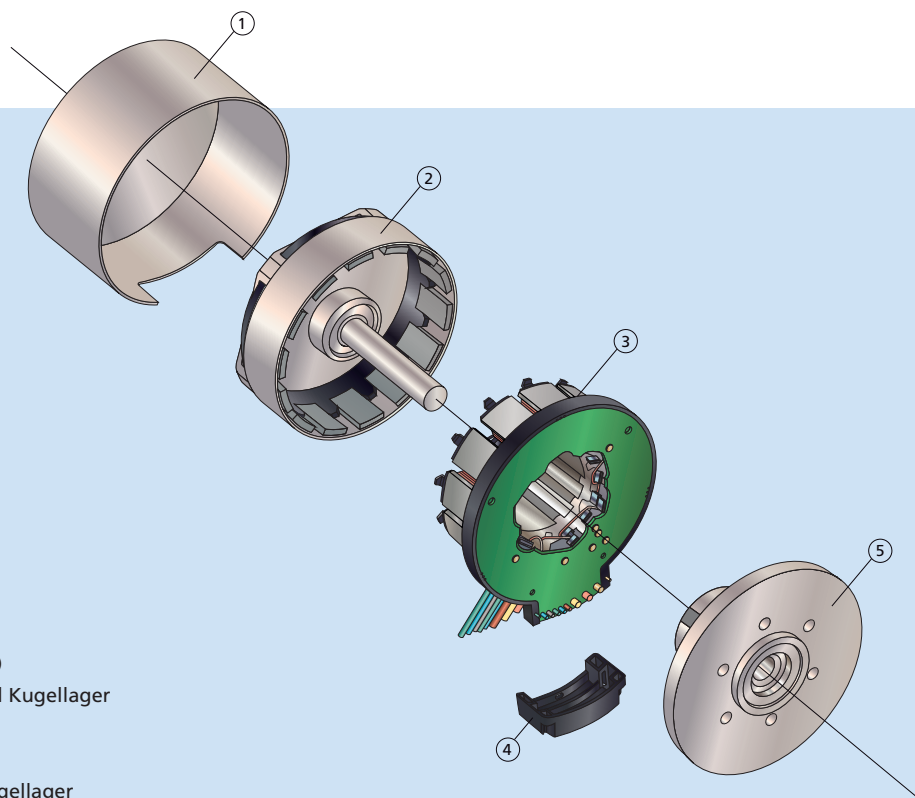
Bürstenlose DC-Flachmotoren

Prinzipieller Aufbau



FAULHABER B-Flat

- ① Motordeckel mit Kugellager
- ② Platine mit Hallensoren
- ③ Rotor und Abtriebswelle
- ④ Statorwicklung
- ⑤ Rotor, Eisenrückschluss und Magnet
- ⑥ Gehäuse mit Kugellager



FAULHABER BXT

- ① Gehäuse (für BXT H)
- ② Rotor mit Welle und Kugellager
- ③ Stator mit Platine
- ④ Abdeckung
- ⑤ Frontflansch mit Kugellager

Bürstenlose DC-Servomotoren 2-Pol-Technologie, sensorlos

Die bürstenlosen sensorlosen DC-Micro-Motoren finden selbst in anspruchsvollsten Anwendungen mit kleinstem verfügbarem Bauraum Platz. Nur durch mehrjährige Entwicklungsarbeit und Erfahrungen in der Mikrosystemtechnik konnten sämtliche Komponenten und Baugruppen auf ein Minimum reduziert werden, um selbst bei geringsten Abmessungen eine zuverlässige Antriebsfunktion zu liefern. Die bürstenlosen DC-Micro-Motoren sind sensorlos und mit passenden hochkompakten Getrieben zur Steigerung des Abtriebsmoments und Speed Controllern verfügbar. Die bürstenlosen DC-Micro-Motoren liefern eine Technologiebasis, die für Projekte kundenspezifisch modifiziert werden kann.

Serien dieser Baureihe

0308 ... B 0515 ... B

Eckdaten

Motordurchmesser	3 ... 5 mm
Motorlänge	8 ... 15 mm
Nennspannung	3 ... 6 V
Drehzahl	bis 96.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 0,13 mNm
Dauerleistung	bis 0,44 W



Produktkennzeichnung

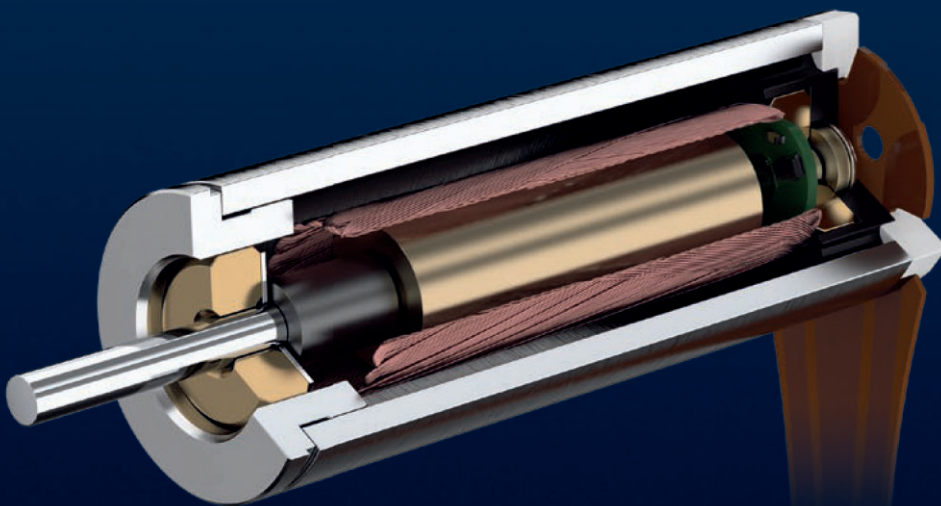
05	Motordurchmesser [mm]
15	Motorlänge [mm]
G	Abtriebsart
006	Nennspannung [V]
B	Produktfamilie

WE CREATE MOTION

FAULHABER B-Micro

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Extrem kompakte Bauweise.
Durchmesserbereich von 3 mm bis 5 mm
- Für Anwendungsbereiche mit geringstem verfügbarem Bauraum
- 2-Pol-Bauweise mit mittleren bis höheren Drehzahlen
- Passende hochkompakte Getriebe verfügbar
- Passender Speed Controller lieferbar



Bürstenlose DC-Servomotoren 2-Pol-Technologie

Bürstenlose Original-DC-Servomotoren von FAULHABER. Diese eisenlosen Motoren wurden für den Einsatz in sehr anspruchsvollen Anwendungsbereichen und für Umgebungsbedingungen konzipiert, die vom Vakuum des Weltraums bis zur Medizingerätetechnik reichen. Sie zeichnen sich durch Präzision, eine extrem lange Lebensdauer und hohe Zuverlässigkeit aus. Sie sind mit einer Vielzahl von Komplementärprodukten wie hoch auflösenden Encodern und Präzisionsgetrieben erhältlich. Um einen maximalen Integrations- und Miniaturisierungsgrad zu erzielen, können die serienmäßigen digitalen Hallsensoren in den Motoren durch optionale analoge (lineare) Hallsensoren ersetzt werden, die einen Encoder in den meisten Anwendungen überflüssig machen können.

Serien dieser Baureihe

0620 ... B	0824 ... B
1028 ... B	1218 ... B
1226 ... B	1628 ... B
2036 ... B	2057 ... B
2057 ... BA	2444 ... B
3056 ... B	3564 ... B
4490 ... B	4490 ... BS

Eckdaten

Motordurchmesser	6 ... 44 mm
Motorlänge	18 ... 90 mm
Nennspannung	24 ... 48 V
Drehzahl	bis 100.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 217 mNm
Dauerleistung	bis 282 W



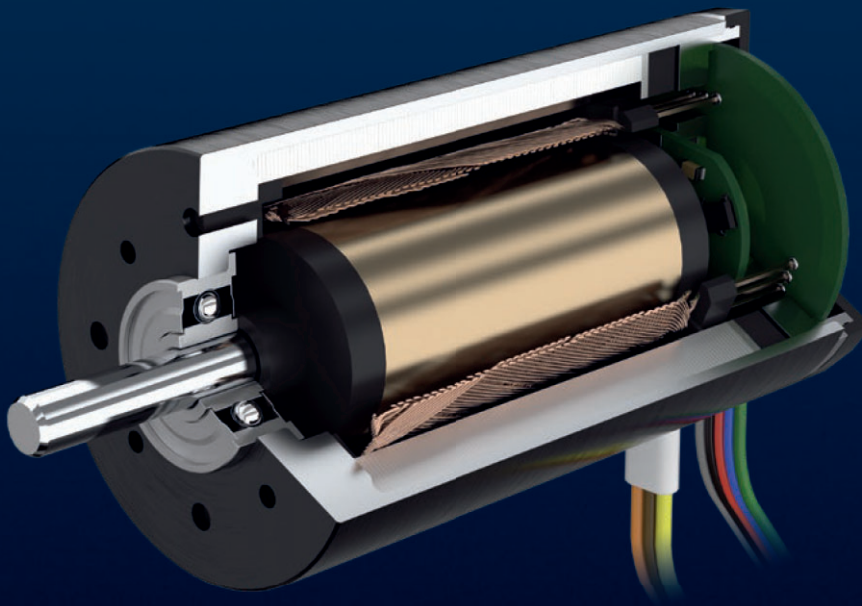
Produktkennzeichnung

35	Motordurchmesser [mm]
64	Motorlänge [mm]
K	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
B	Produktfamilie

FAULHABER B

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Eisenloses System mit hoher Leistungsdichte und FAULHABER-Wicklung
- Extrem gleichmäßige Drehzahlregelung
- Digitale oder analoge Hallsensoren lieferbar
- Empfindliche Positioniersteuerung



Bürstenlose DC-Servomotoren 2-Pol-Technologie

Die BHx-Serie, in der die bürstenlose 2-Pol-Technologie zur Anwendung kommt, basiert auf einem innovativen und robusten Design und liefert trotz ihrer kompakten Bauweise hohe Leistungen. Diese Motoren werden in 2 verschiedenen Versionen angeboten, die den Anforderungen unterschiedlichster Anwendungen gerecht werden: Die BHT-Variante ist für ein hohes Drehmoment bei großen Impulszyklen ausgelegt, während die BHS-Variante vor allem in Dauerbetriebsanwendungen mit sehr hohen Drehzahlen eingesetzt wird.

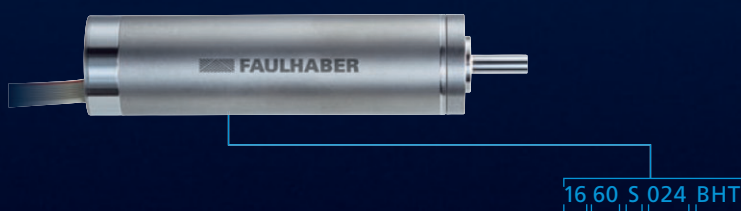
Die Motoren der BHx-Serie können variable Lasten bei minimalen Drehzahlschwankungen antreiben und gewährleisten ein laufruhiges Betriebsverhalten mit konstanter Drehzahl. Darüber hinaus bieten ihr geringes Trägheitsmoment und ihre kurze Ansprechzeit eine hohe Dynamik. Mit diesen Eigenschaften eignet sich die BHx-Serie ideal sowohl für den Betrieb mit hohen Drehzahlen als auch für schnelle und genaue Positionierungsanwendungen, insbesondere im intermittierenden Betrieb und in Kombination mit einem integrierten Encoder hoher Auflösung. Die BHx-Serie zeichnet sich durch einen vibrationsarmen und leisen Lauf aus, was Ermüdung und Stress ihrer Benutzer in der Anwendungsumgebung gering hält. Ihr hoher Wirkungsgrad minimiert die Freisetzung von Wärme und trägt zur Erhöhung des Komforts beim Einsatz in Handwerkzeugen bei.

Serien dieser Baureihe

1645 ... BHS	1660 ... BHS
1660 ... BHT	

Eckdaten

Motordurchmesser	16 mm
Motorlänge	45 ... 60 mm
Nennspannung	24 ... 48 V
Drehzahl	bis 100.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 18,7 mNm
Dauerleistung	bis 96 W



Produktkennzeichnung

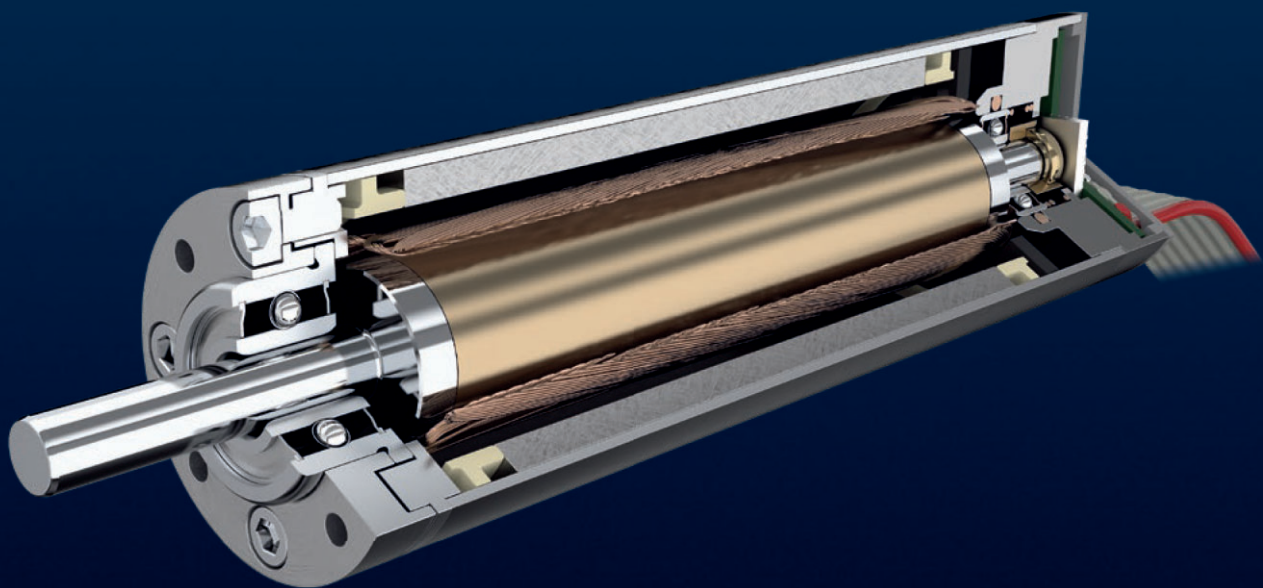
16	Motordurchmesser [mm]
60	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
BHT	Produktfamilie

WE CREATE MOTION

FAULHABER BHx

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Hohe Leistung von bis zu 96 W bei geringem Durchmesser
- Hohe Drehzahl von fast 100.000 min⁻¹ (BHS-Version)
- Sehr hohes Impulsdrehmoment von mehr als 30 mNm (BHT-Version)
- Sehr dynamisch und reaktionsschnell bei niedrigem Trägheitsmoment
- Durch geringe Vibration und hohe Laufruhe für Handwerkzeuge geeignet
- Optionaler integrierter Encoder



Bürstenlose DC-Servomotoren 4-Pol-Technologie

Vom dynamischen Start-Stopp-Betrieb, über Drehzahlregelung bis hin zur hochpräzisen integrierten Positionsregelung auf kleinstem Bauraum – kombinierbar mit einer Vielzahl von Getriebearbeiten bietet das flexible und modulare Baukastenprinzip BX4 für eine Vielzahl von Applikationen maßgeschneiderte Lösungen.

Weiterhin sind eine lange Lebensdauer, hohes Drehmoment und ein innovatives sowie kompaktes Design herausragende Merkmale dieser 4-poligen Produktfamilie.

Ruhiges Laufverhalten, Vibrations- und Geräuscharmheit ermöglichen neben Marktsegmenten wie Automatisierungstechnik, der Robotik oder dem Maschinenbau auch den Einsatz in sensitiven Märkten wie z.B. Medizintechnik.

Serien dieser Baureihe

2232 ... BX4	2250 ... BX4
3242 ... BX4	3268 ... BX4

Eckdaten

Motordurchmesser	22 ... 32 mm
Motorlänge	32 ... 68 mm
Nennspannung	6 ... 48 V
Drehzahl	bis 29.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 96 mNm
Dauerleistung	bis 62 W



Produktkennzeichnung

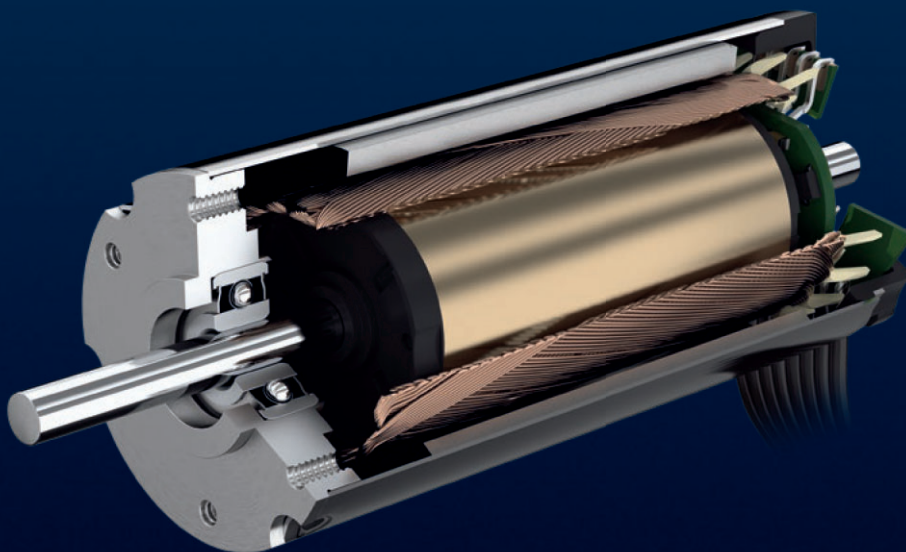
22	Motordurchmesser [mm]
50	Motorlänge [mm]
S	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
BX4	Produktfamilie

WE CREATE MOTION

FAULHABER BX4

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Hohes Drehmoment und Drehzahlsteifigkeit durch 4-Pol-Technologie
- Positionsregelung auf kleinstem Bauraum durch optionale analoge Hallsensoren
- Modulares durchmesserkonformes Anbaukonzept für hochauflösende magnetische und optische Encoder
- Versionen mit integrierten Speed- oder Motion Controllern verfügbar
- Hohe Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Dynamisch gewuchteter Rotor, ruhiger Lauf



Bürstenlose DC-Servomotoren 4-Pol-Technologie

Die vierpoligen bürstenlosen DC-Servomotoren der Serie BP4 bestechen durch höchste Drehmomente – und das trotz kompakter Bauform in Durchmesser 22 mm und 32 mm und geringem Gewicht. Herzstück der Motoren ist eine neuartige innovative Wicklungstechnologie, die nicht nur einen sehr hohen Kupferanteil im Stator erlaubt, sondern auch eine hohe elektrische und geometrische Wicklungssymmetrie aufweist.

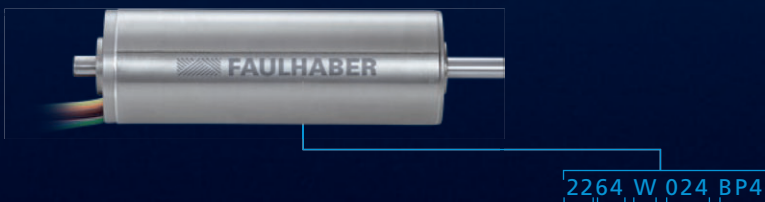
Das führt zu geringen Verlusten und zu einem sehr hohen Wirkungsgrad. Die Serie BP4 ist überlastfähig und eignet sich für Anwendungen mit höchsten Leistungen bei möglichst geringem Gesamtgewicht und Bauraum und für den dynamischen Start-Stopp-Betrieb.

Serien dieser Baureihe

2264 ... BP4 3274 ... BP4

Eckdaten

Motordurchmesser	22 ... 32 mm
Motorlänge	64 ... 74 mm
Nennspannung	12 ... 48 V
Drehzahl	bis 34.500 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 162 mNm
Dauerleistung	bis 150 W



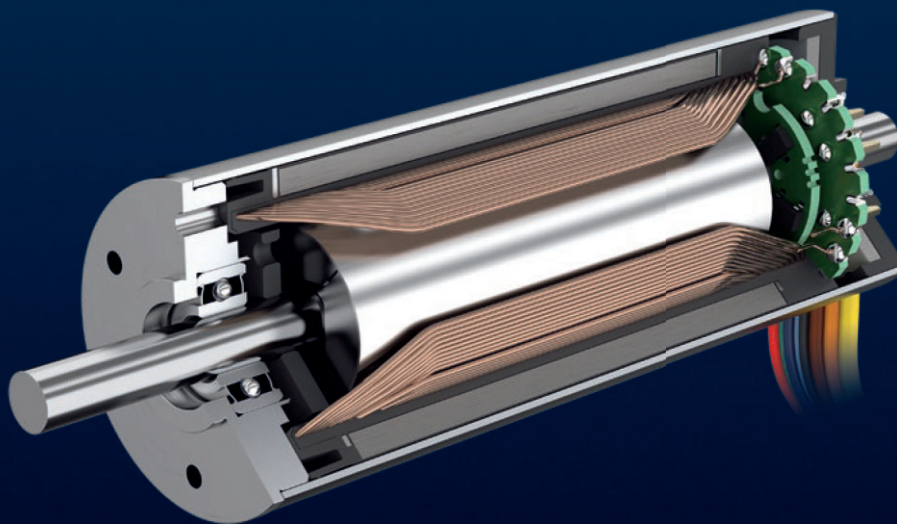
Produktkennzeichnung

22	Motordurchmesser [mm]
64	Motorlänge [mm]
W	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
BP4	Produktfamilie

FAULHABER BP4

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- High Power Motoren mit höchstem Drehmoment
- Dauerleistung von 133 W bis 150 W
- Hervorragendes Verhältnis von Drehmoment zu Gewicht und Bauvolumen
- Sehr hoher Wirkungsgrad von bis zu 91 %
- Vollintegrierte analoge Hallsensoren und passende Encoder, Getriebe und Steuerungen verfügbar
- Für dynamischen Start-Stopp-Betrieb



Bürstenlose DC-Flachmotoren und DC-Getriebemotoren

Die vierpoligen bürstenlosen DC-Servomotoren mit einer einzigartig flachen Spulentechnologie mit drei flachen freitragenden Kupferwicklungen bilden bei der Baureihe B-Flat die Basis für Antriebssysteme in Anwendungsbereichen mit sehr geringem Bauraum. Mit Hochleistungs-Selten-Erd-Magneten liefern die Motoren eine Dauerleistung von 1,5 W bis 9 W und haben dabei ein nur minimales Trägheitsmoment. In Kombination mit den integrierten Getrieben in extrem flacher Bauform steht ein sehr kompaktes Antriebssystem mit erhöhtem Abtriebsmoment zur Verfügung. Durch die elektronische Kommutierung der Antriebe ist die Lebensdauer im Vergleich zu mechanisch kommutierten Motoren um ein Vielfaches höher.

Serien dieser Baureihe

1509 ... B	1515 ... B
2610 ... B	2622 ... B

Eckdaten

Motordurchmesser	15 ... 26 mm
Motorlänge	9 ... 22 mm
Nennspannung	6 ... 12 V
Drehzahl	bis 40.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 100 mNm
Dauerleistung	bis 9 W



26 10 T 012 B

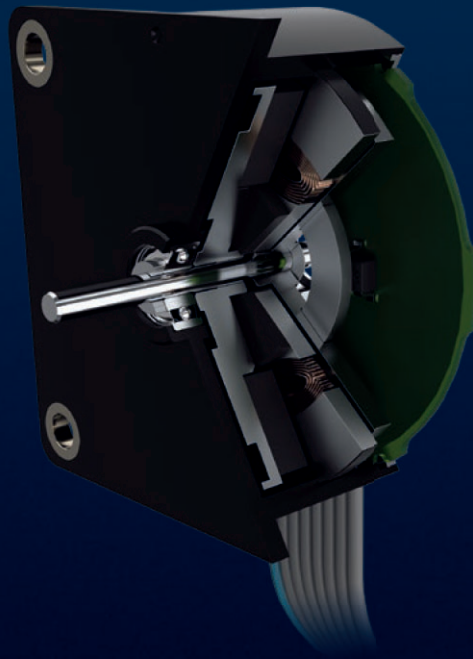
Produktkennzeichnung

26	Motordurchmesser [mm]
10	Motorlänge [mm]
T	Abtriebsart
012	Nennspannung [V]
B	Produktfamilie

FAULHABER B-Flat

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Extrem flache Bauweise.
Längenbereich von 9 mm bis 22 mm
- 4-Pol-Bauweise
- Elektronische Kommutierung mit
3 digitalen Hallsensoren
- Integrierte Stirnradgetriebe minimaler
Länge mit hohen Untersetzungsverhältnissen
lieferbar
- Präziser Gleichlauf



Bürstenlose DC-Flachmotoren mit Außenläufer-Technologie

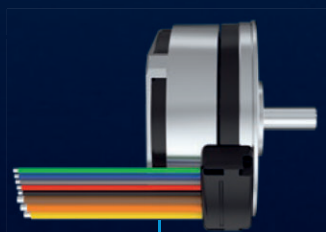
Die Außenläufer-Motoren der Baureihe BXT setzen neue Maßstäbe: Dank innovativer Wicklungstechnik und optimaler Auslegung liefern die BXT Motoren ein Drehmoment bis zu 134 mNm. Das Verhältnis von Drehmoment zu Gewicht und Bauvolumen ist einzigartig. Die eisenbehafteten Motoren mit 14 Hochleistungs-Selten-Erd-Magneten auf dem Rotor und 12 Zähnen auf dem Stator sind nur 14 mm, 16 mm bzw. 21 mm lang und sind damit für Anwendungen geeignet, die eine kurze Antriebslösung mit hohem Drehmoment erfordern. In Verbindung mit optischen und magnetischen Encodern, Getrieben und Steuerungen steht ein kompaktes Antriebssystem zur Verfügung.

Serien dieser Baureihe

2214 ... BXT R	2214 ... BXT H
3216 ... BXT R	3216 ... BXT H
4221 ... BXT R	4221 ... BXT H

Eckdaten

Motordurchmesser	22 ... 42 mm
Motorlänge	14 ... 21 mm
Nennspannung	6 ... 48 V
Drehzahl	bis 10.000 min ⁻¹
Dauerdrehmoment	bis 134 mNm
Dauerleistung	bis 100 W



42 21 G 024 BXT R

Produktkennzeichnung

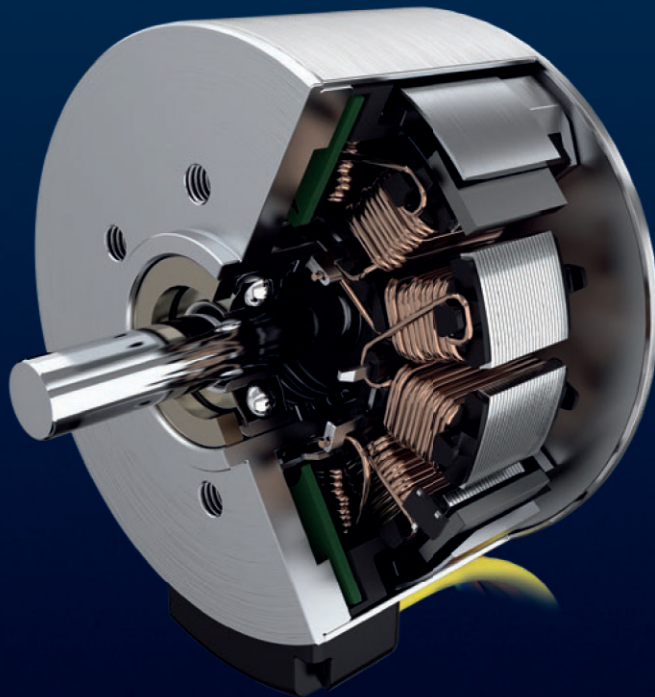
42	Motordurchmesser [mm]
21	Motorlänge [mm]
G	Abtriebsart
024	Nennspannung [V]
BXT	Produktfamilie
R	Offene Bauweise

WE CREATE MOTION






FAULHABER BXT

Vorzüge dieser Baureihe im Überblick

- Außenläufer-Motoren mit sehr hohem Drehmoment
- Dauerleistung bis 100 W
- Hervorragendes Verhältnis von Drehmoment zu Gewicht und Bauvolumen
- Flache Bauweise für platzkritische Anwendungen. Längenbereich von 14 bis 21 mm.
- Passende optische und magnetische Encoder, Getriebe und Steuerungen verfügbar
- 14-Pol-Bauweise



Mehr Informationen

-  [faulhaber.com](https://www.faulhaber.com)
-  [faulhaber.com/facebook](https://www.faulhaber.com/facebook)
-  [faulhaber.com/youtubeDE](https://www.faulhaber.com/youtubeDE)
-  [faulhaber.com/linkedin](https://www.faulhaber.com/linkedin)
-  [faulhaber.com/instagram](https://www.faulhaber.com/instagram)

Version:
17. Auflage, 2022

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