

BLDC - Motoren

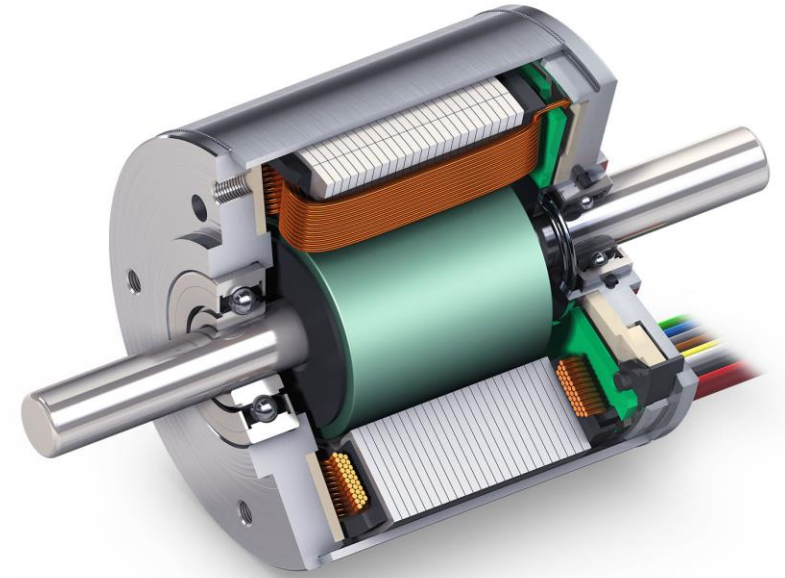
Technische Varianten und Anwendungen

Tim Hilt

Emil Slomka

Agenda

1. Einleitung. BLDC – Motor
2. Namensgebung und Abgrenzung zum bürstenbehafteten Gleichstrommotor
3. Technische Varianten
4. Typische Anwendungen des BLDC-Motors
5. Ausführliches Anwendungsbeispiel - Akkubohrschrauber Makita DDF481
6. Fazit



Quelle: maxonmotor.com

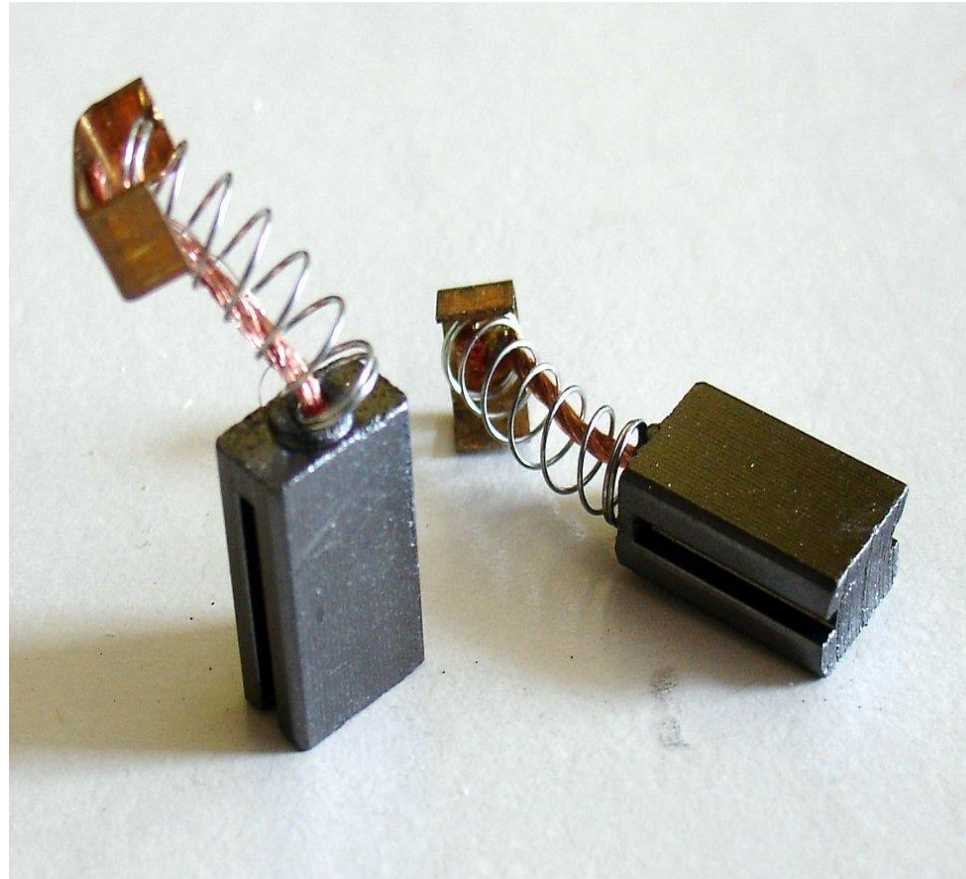
BLDC - Motor



- Wachsende Beliebtheit von BLDC - Motoren
- Ein besonders vielfältiger Motorentyp
- Bietet Vorteile gegenüber bürstenbehafteten Gleichstrommotoren
- Wird in verschiedenen Ausführungen gebaut

Namensgebung und Abgrenzung zum bürstenbehafteten Gleichstrommotor

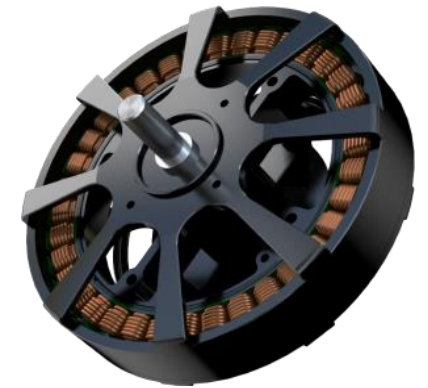
Namensgebung und Abgrenzung zum bürstenbehafteten Gleichstrommotor



Quelle: de.wikipedia.org

Namensgebung und Abgrenzung zum bürstenbehafteten Gleichstrommotor

„Der bürstenlose Gleichstrommotor (englisch Brushless DC Motor, abgekürzt BLDC- oder BL-Motor sowie auch electronically commutated Motor, kurz EC-Motor) basiert entgegen der Namensgebung nicht auf dem Funktionsprinzip der Gleichstrommaschine, sondern ist aufgebaut wie eine Drehstrom-Synchronmaschine mit Erregung durch Permanentmagnete. Die (oft dreisträngige) Drehstromwicklung wird durch eine geeignete Schaltung so angesteuert, dass sie ein drehendes magnetisches Feld erzeugt, welches den permanenterregten Rotor mitzieht. Das Regelverhalten ähnelt weitgehend einer Gleichstrom-Nebenschlussmaschine.“¹



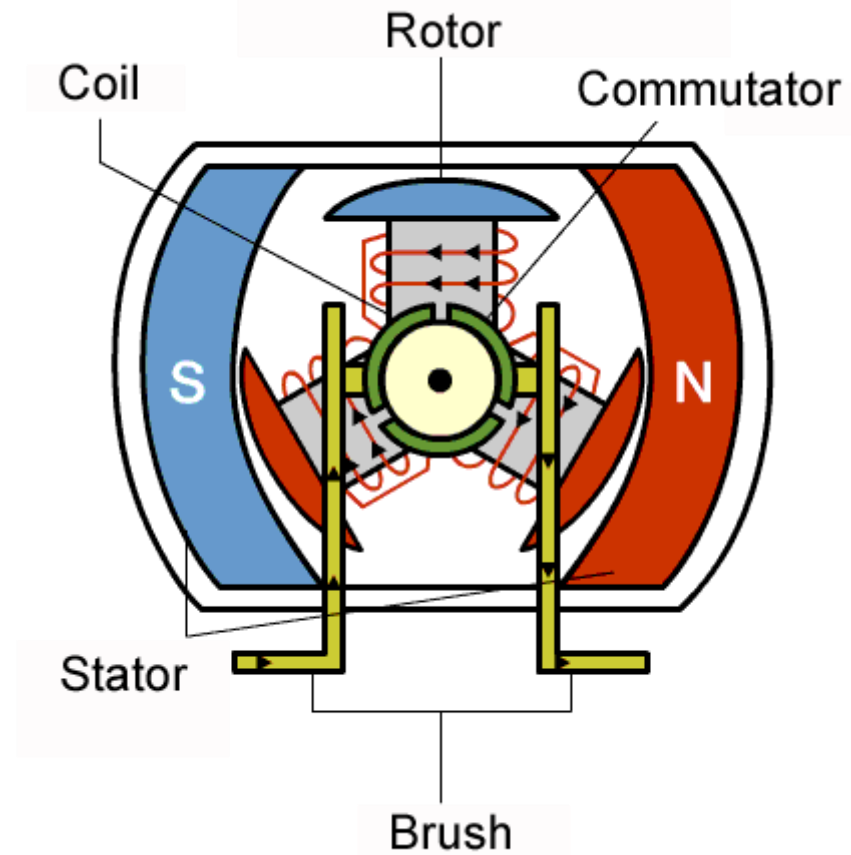
Quelle: www.rc-autos.de

¹, Quelle: de.wikipedia.org

Funktionsvergleich

Funktionsvergleich

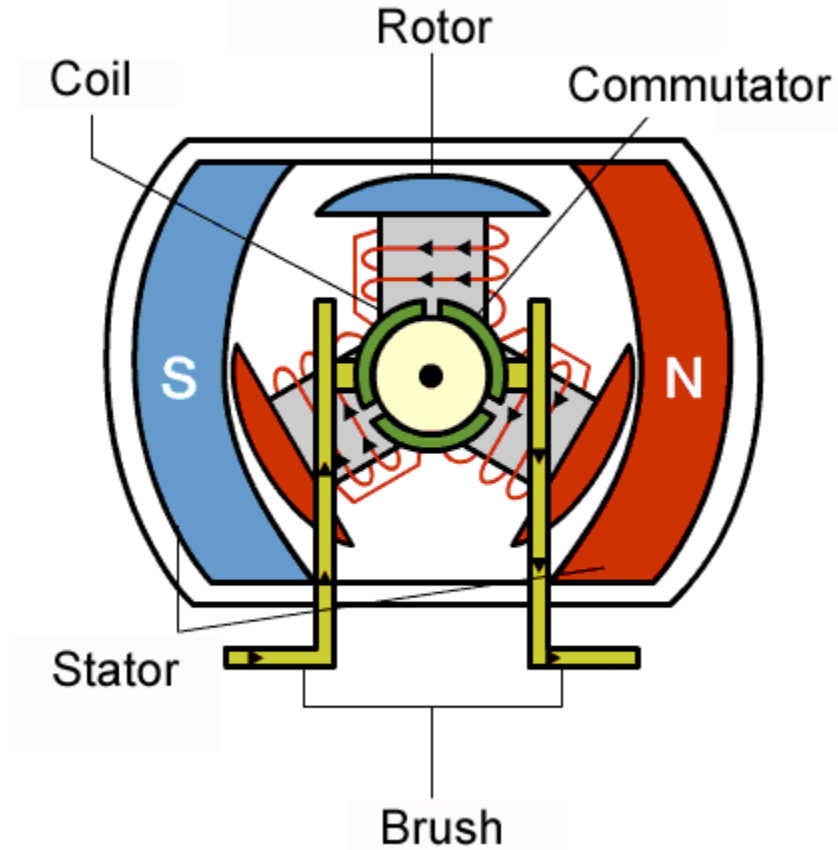
Bürstenbehafteter Motor



Quelle: www.renesas.com

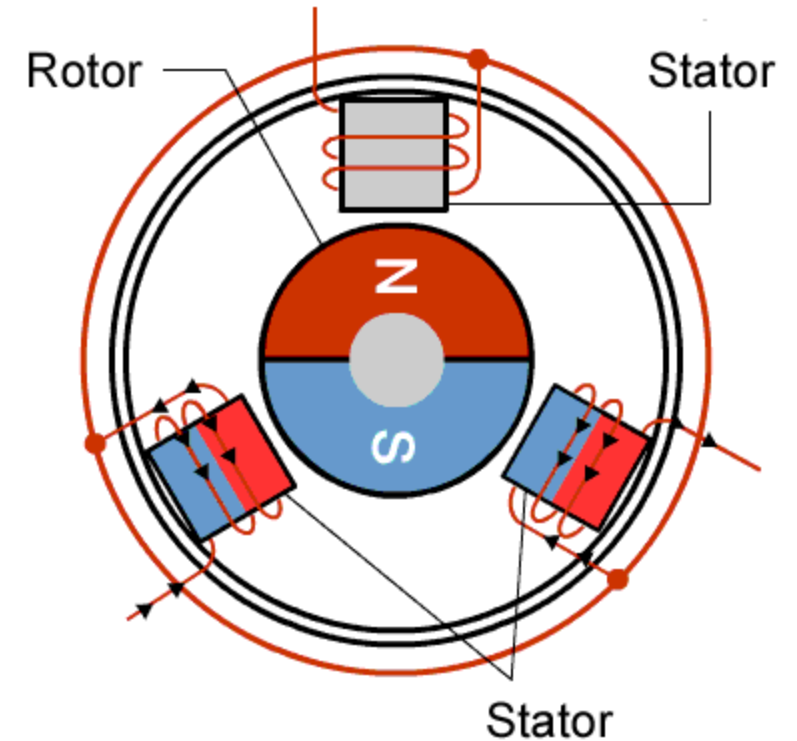
Funktionsvergleich

Bürstenbehafteter Motor



Quelle: www.renesas.com

Bürstenloser Motor

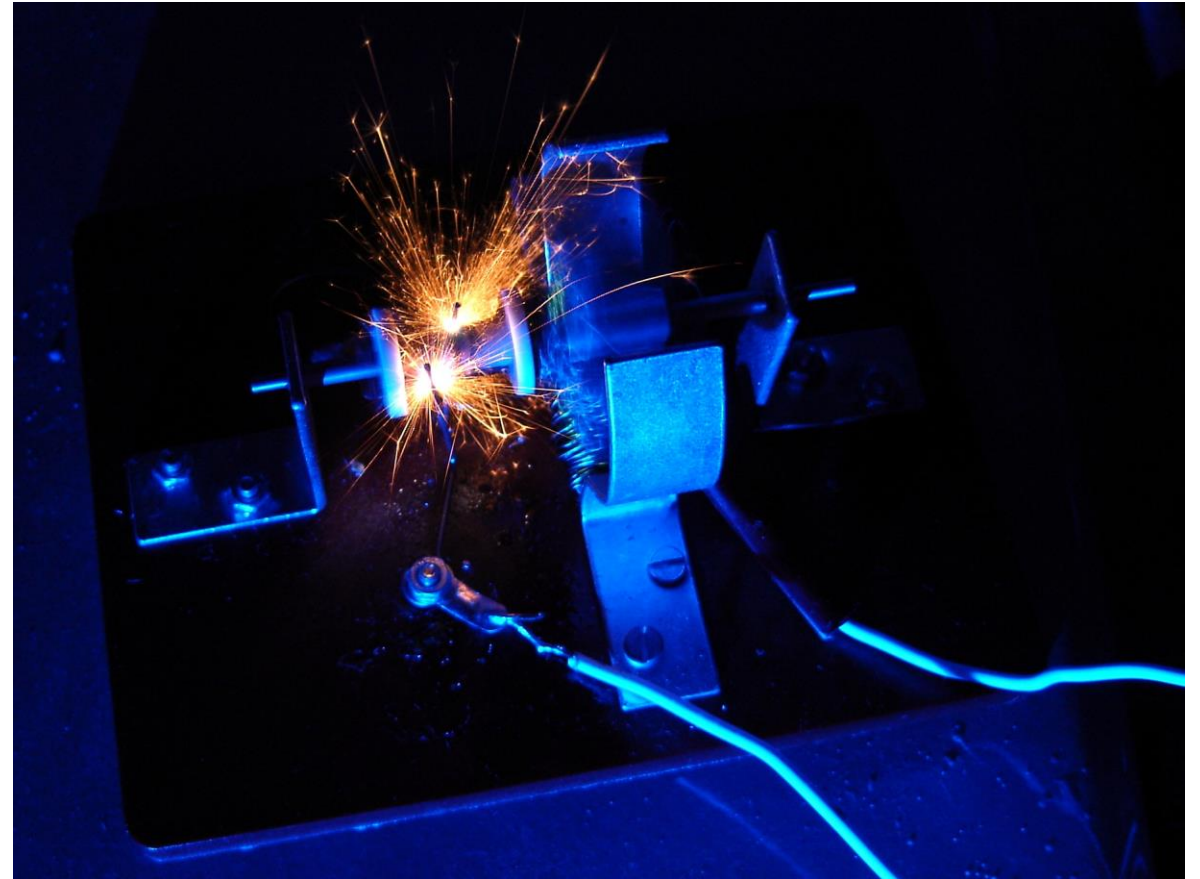


Quelle: www.renesas.com

Nachteile bürstenbehafteter Gleichstrommotor

Nachteile bürstenbehafteter Gleichstrommotor

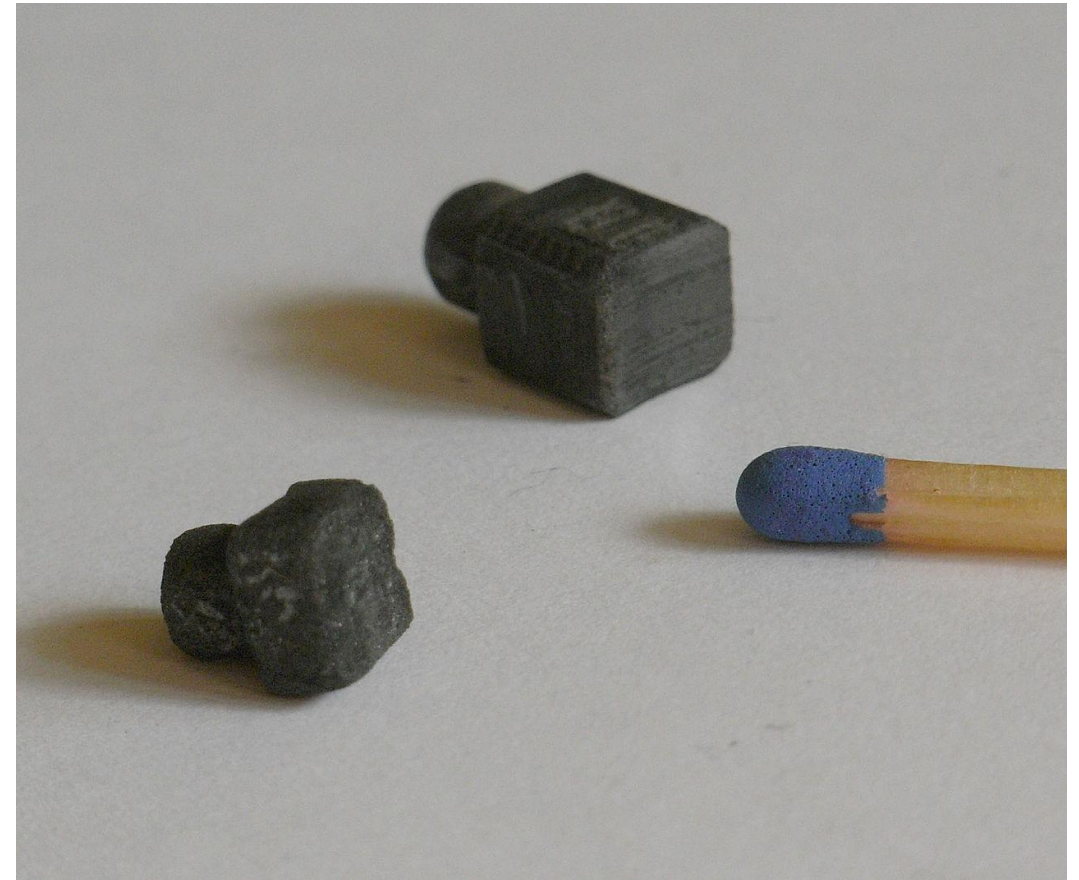
- Bürstenfeuer
- Mechanische Abnutzung
- Wartungsanfällig
- Abwärme
- Reibungsverluste



Quelle: de.wikipedia.org

Nachteile bürstenbehafteter Gleichstrommotor

- Bürstenfeuer
- Mechanische Abnutzung
- Wartungsanfällig
- Abwärme
- Reibungsverluste



Quelle: de.wikipedia.org

Vorteile bürstenloser Gleichstrommotor

Vorteile bürstenloser Gleichstrommotor

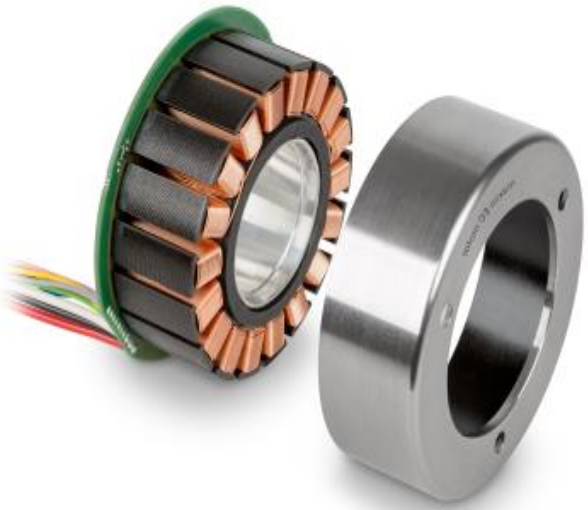


Quelle: maxonmotorusa.com



Quelle: Fa. Makita

- niederer Wartungsaufwand
- hohe Zuverlässigkeit
- großer Drehzahlbereich
- hohe Effizienz (dadurch u.U. kleinere Bauform)
- läuft leiser (da keine mechanische Reibung)



Quelle: maxonmotorusa.com

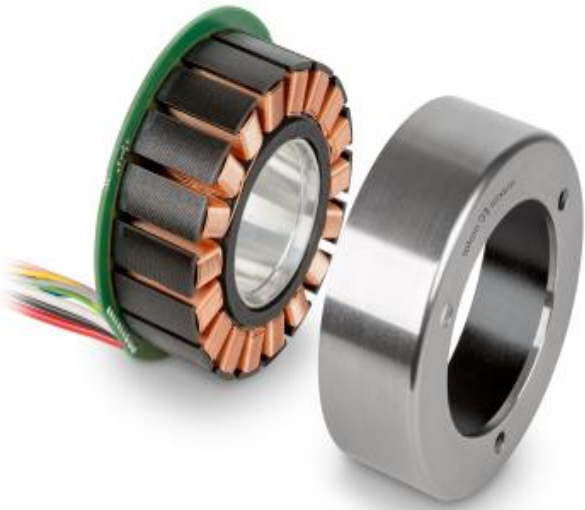


Quelle: maxonmotor.com



Quelle: maxonmotorusa.com

Technische Varianten



Quelle: maxonmotorusa.com



Quelle: maxonmotor.com



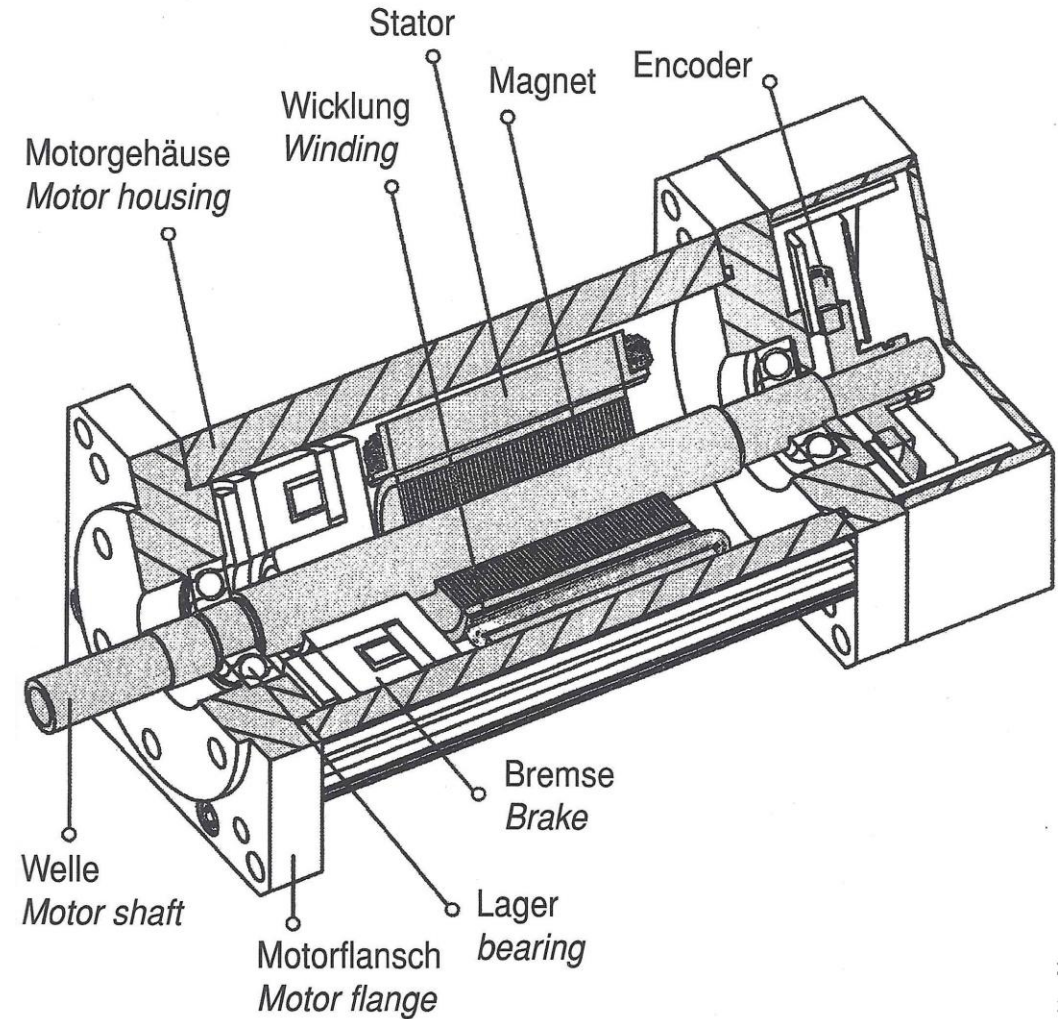
Quelle: maxonmotorusa.com

- Innenläuferausführung
- Außenläuferausführung
- Scheibenläuferausführung
- Nutenloserausführung

Innenläuferausführung

Innenläuferausführung

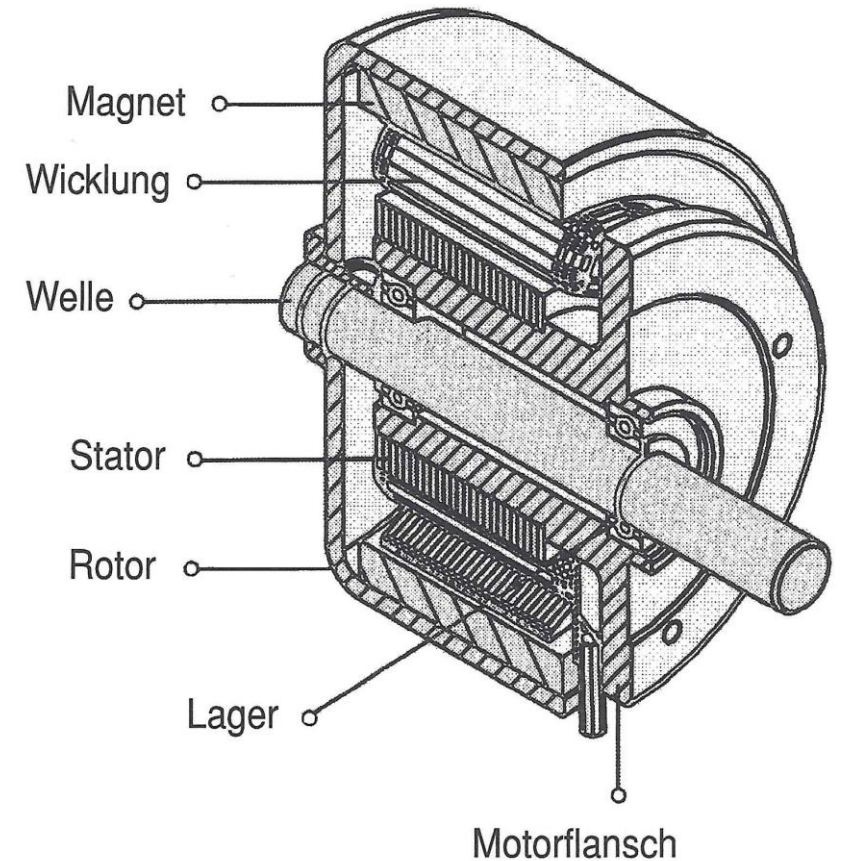
- Stator außen, Läufer innen
- entspricht den Vorstellungen einer klassischen Motorausführung
- schlanke Konstruktion - bessere Ausnutzung des magnetischen Kreises
- hohe Drehmoment Trägheitsmoment Verhältnisse
- Anordnung des Rotorrückschlusses auf der Welle führt zu einer steifen Rotorkonstruktion.



Quelle: STÖLTING, S. 75

Aussenläuferausführung

- Stator innen, Läufer außen
- Motorgehäuse aus Stator und Rotor gemeinsam gebildet
- sehr großes Läuferträgheitsmoment
- hohe Lebensdauer
- besonders gute Laufruhe
- geringe Herstellungskosten

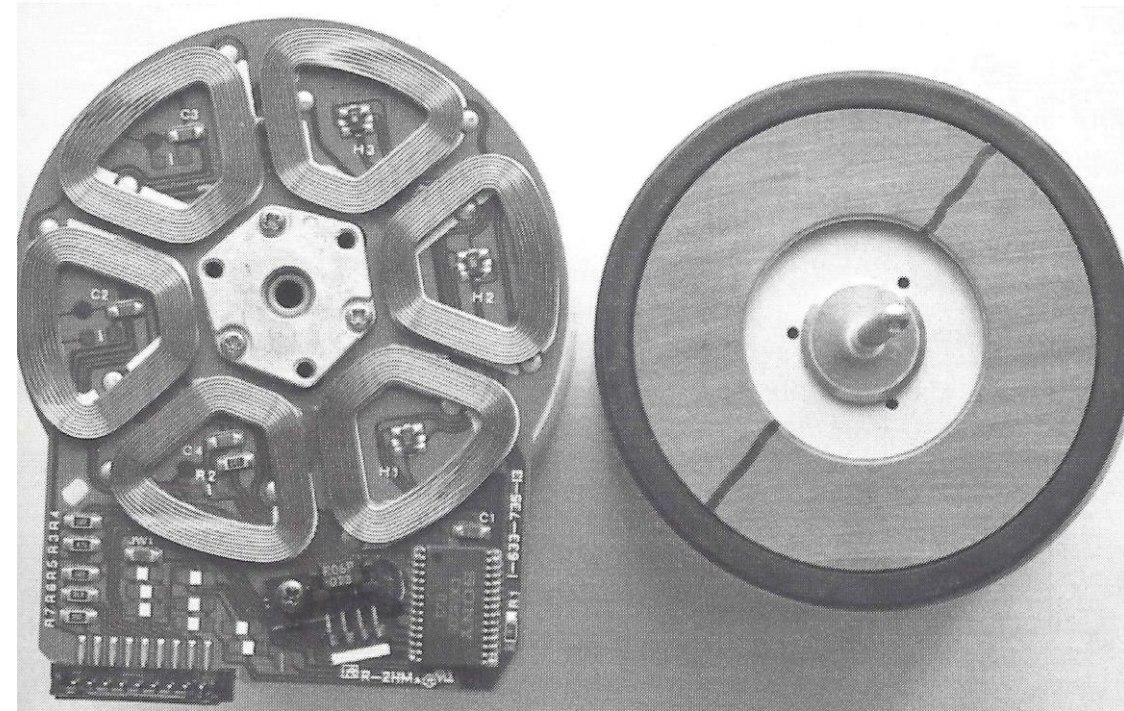


Quelle: STÖLTING, S. 76

Scheibenläuferausführung

Scheibenläuferausführung

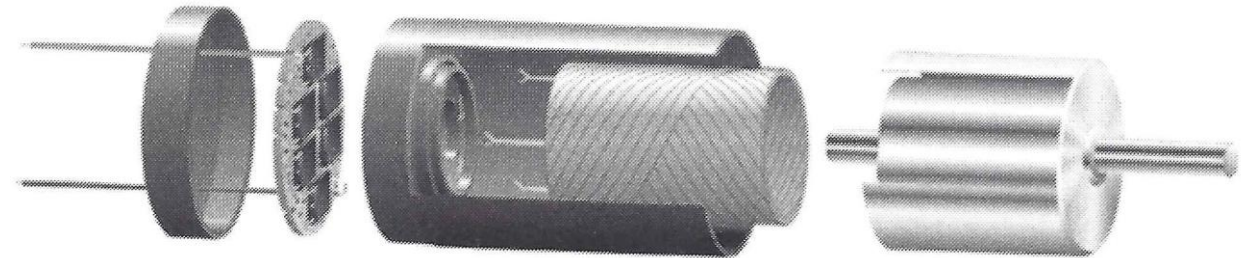
- Leiterplatte als Spulen- und Elektronikträger, welcher in einem printmontierten ferromagnetischen Eisenrückschluss ausgeführt ist
- Ferromagnetische Rückschluss mit einem kunststoffgebundenen Eisenpulververbundwerkstoff spiralförmig geblecht
- gut für eine Integration von Motor und Motorelektronik
- ermöglicht eine sehr kompakte Flachbauweise



Quelle: STÖLTING, S. 77

Nutenloser BLDC-Motor

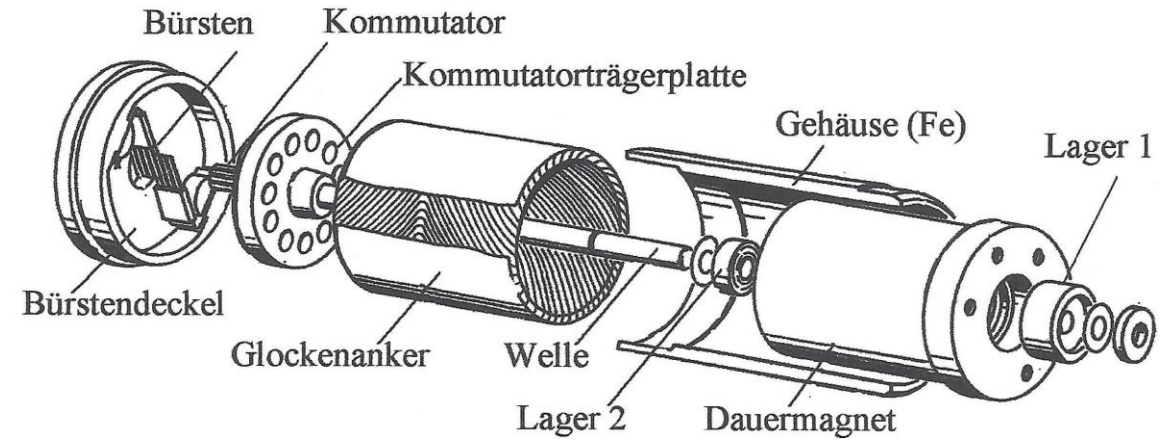
- Nutenloser, zylindrischer Wicklungsausführung
- sind den Glockenankerkommutatormotoren nachgebildet
- dreisträngige Rauten- oder Schrägwicklung innen von einem auf der Welle angebrachten Permanentmagneten und außen von einer ebenfalls auf der Welle montierten massiv ausgeführten Eisenjochglocke umschlossen
- haben ein sehr kleines Läuferträgheitsmoment und dadurch bedingt sehr gute dynamische Eigenschaften
- dienen vorzugsweise als Servomotoren



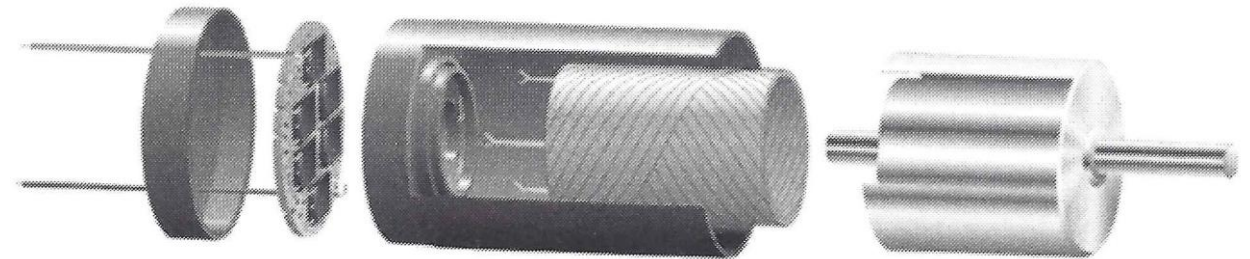
Quelle: STÖLTING, S. 78

Nutenloser BLDC-Motor

- Nutenloser, zylindrischer Wicklungsausführung
- sind den Glockenankerkommutatormotoren nachgebildet
- dreisträngige Rauten- oder Schrägwicklung innen von einem auf der Welle angebrachten Permanentmagneten und außen von einer ebenfalls auf der Welle montierten massiv ausgeführten Eisenjochglocke umschlossen
- haben ein sehr kleines Läuferträgheitsmoment und dadurch bedingt sehr gute dynamische Eigenschaften
- dienen vorzugsweise als Servomotoren



Quelle: STÖLTING, S. 30



Quelle: STÖLTING, S. 78

Typische Anwendungen

Fortbewegungsmittel

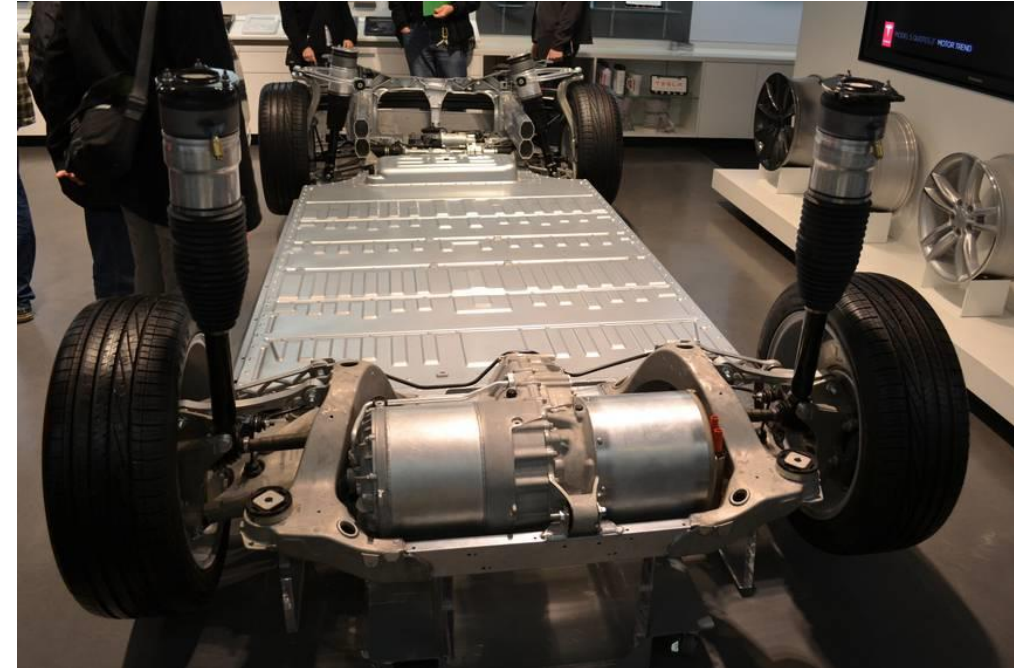
- E-Bike
- E-Auto
- E-LKW
- Oft nicht nur im Antriebsstrang verbaut, sondern auch in Fensterhebern, Scheibenwischern, Sitzverstellung uvm.



Quelle: Fa. Bosch

Fortbewegungsmittel

- E-Bike
- E-Auto
- E-LKW
- Oft nicht nur im Antriebsstrang verbaut, sondern auch in Fensterhebern, Scheibenwischern, Sitzverstellung uvm.



Quelle: Fa. Tesla Motors

Fortbewegungsmittel

- E-Bike
- E-Auto
- E-LKW
- Oft nicht nur im Antriebsstrang verbaut, sondern auch in Fensterhebern, Scheibenwischern, Sitzverstellung uvm.



Quelle: Fa. Volvo

Haushaltsgeräte

- Haartrockner
- Küchenmaschine
- Ventilator
- Lüfter
- Früher eher nicht in Haushaltsgeräten verortet, da Ansteuerung nicht kompakt und kostengünstig realisierbar, mit steigenden Lebensstandards und technischen Entwicklungen nun aber auch hier zu finden



Quelle: Fa. Dyson

Haushaltsgeräte

- Haartrockner
- Küchenmaschine
- Ventilator
- Lüfter
- Früher eher nicht in Haushaltsgeräten verortet, da Ansteuerung nicht kompakt und kostengünstig realisierbar, mit steigenden Lebensstandards und technischen Entwicklungen nun aber auch hier zu finden



Quelle: Fa. Bosch

Haushaltsgeräte

- Haartrockner
- Küchenmaschine
- Ventilator
- Lüfter
- Früher eher nicht in Haushaltsgeräten verortet, da Ansteuerung nicht kompakt und kostengünstig realisierbar, mit steigenden Lebensstandards und technischen Entwicklungen nun aber auch hier zu finden



Quelle: Fa. be quiet!

Modellfluggeräte

- Drohnen/Quadrocopter
- Batteriebetriebene Hubschrauber
- auch militärische Drohnen
- Alternative zu (traditionell) Verbrennungsmotoren, da leiser und mittlerweile auch vergleichbar effizient
- BLDC-Motoren sind der Grund für das populär werden von Drohnen



Quelle: Fa. DJI

Modellfluggeräte

- Drohnen/Quadrocopter
- Batteriebetriebene Hubschrauber
- auch militärische Drohnen
- Alternative zu (traditionell) Verbrennungsmotoren, da leiser und mittlerweile auch vergleichbar effizient
- BLDC-Motoren sind der Grund für das populär werden von Drohnen



Quelle: Fa. T-Motor

Batteriebetriebenes Werkzeug

- Bohrmaschinen
- Akkuschauber
- Stichsäge
- Rasenmäher
- Batteriebetrieb oft überhaupt nur durch Verwendung von BLDC-Motoren möglich, da sonst die Batterielaufzeit oder die Leistung des Geräts leiden würden



Quelle: Fa. Makita

Batteriebetriebenes Werkzeug

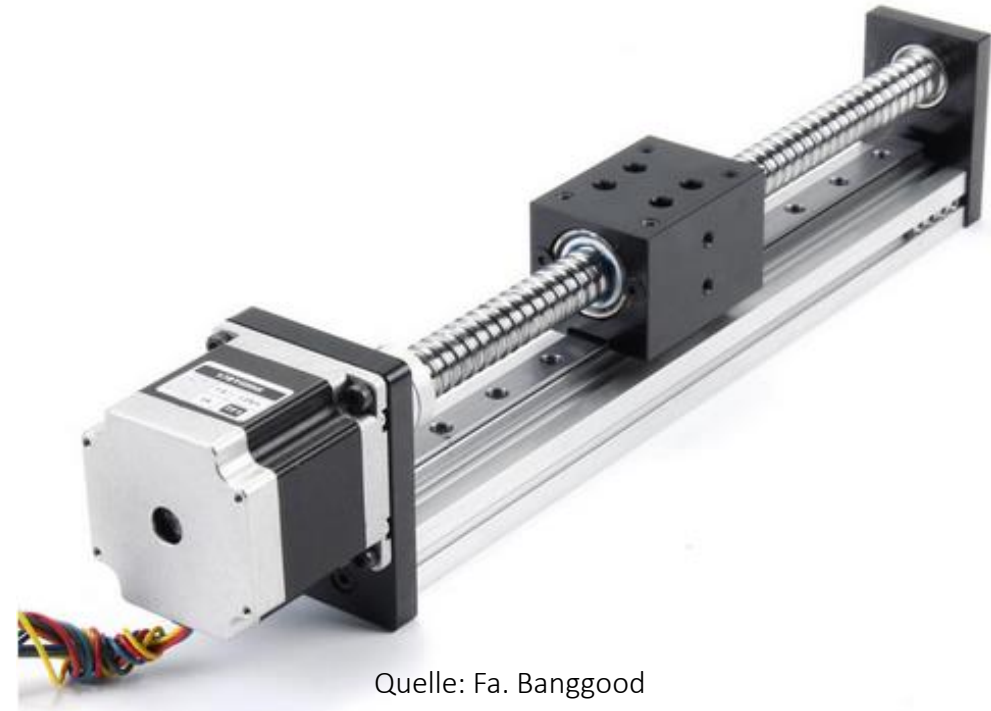
- Bohrmaschinen
- Akkuschauber
- Stichsägen
- Rasenmäher
- Batteriebetrieb oft überhaupt nur durch Verwendung von BLDC-Motoren möglich, da sonst die Batterielaufzeit oder die Leistung des Geräts leiden würden



Quelle: Fa. Stihl

Industrielle Anwendungen

- Pumpen
- Lüfter
- Spindeln (z.B. in CNC-Fräsen)
- Linearaktoren
- Servo- oder Schrittmotoren
- niedriger Wartungsaufwand u. hohe Zuverlässigkeit sind hier von besonderer Wichtigkeit



Quelle: Fa. Banggood

Industrielle Anwendungen

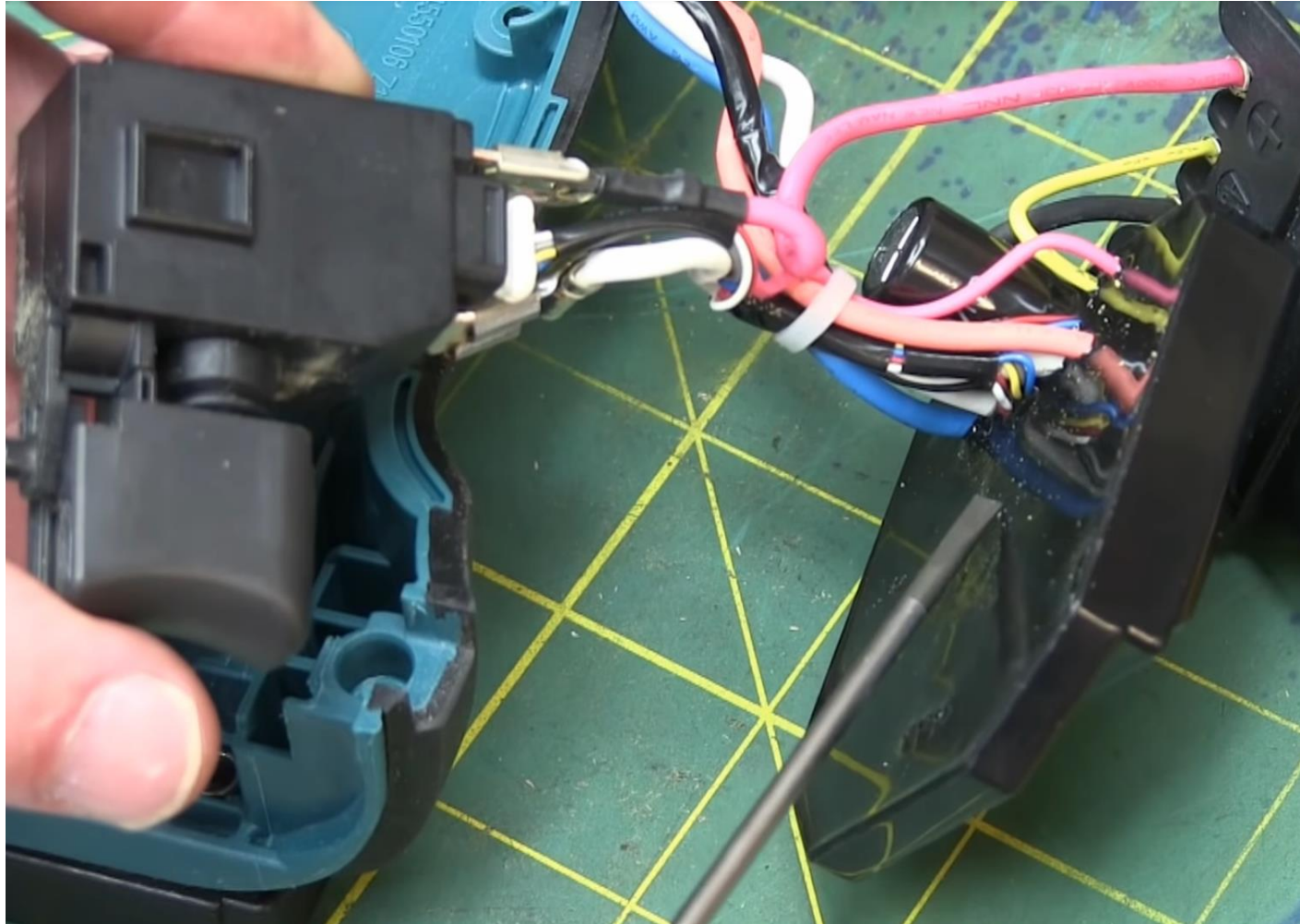
- Pumpen
- Lüfter
- Spindeln (z.B. in CNC-Fräsen)
- Linearaktoren
- Servo- oder Schrittmotoren
- niederer Wartungsaufwand u. hohe Zuverlässigkeit sind hier von besonderer Wichtigkeit



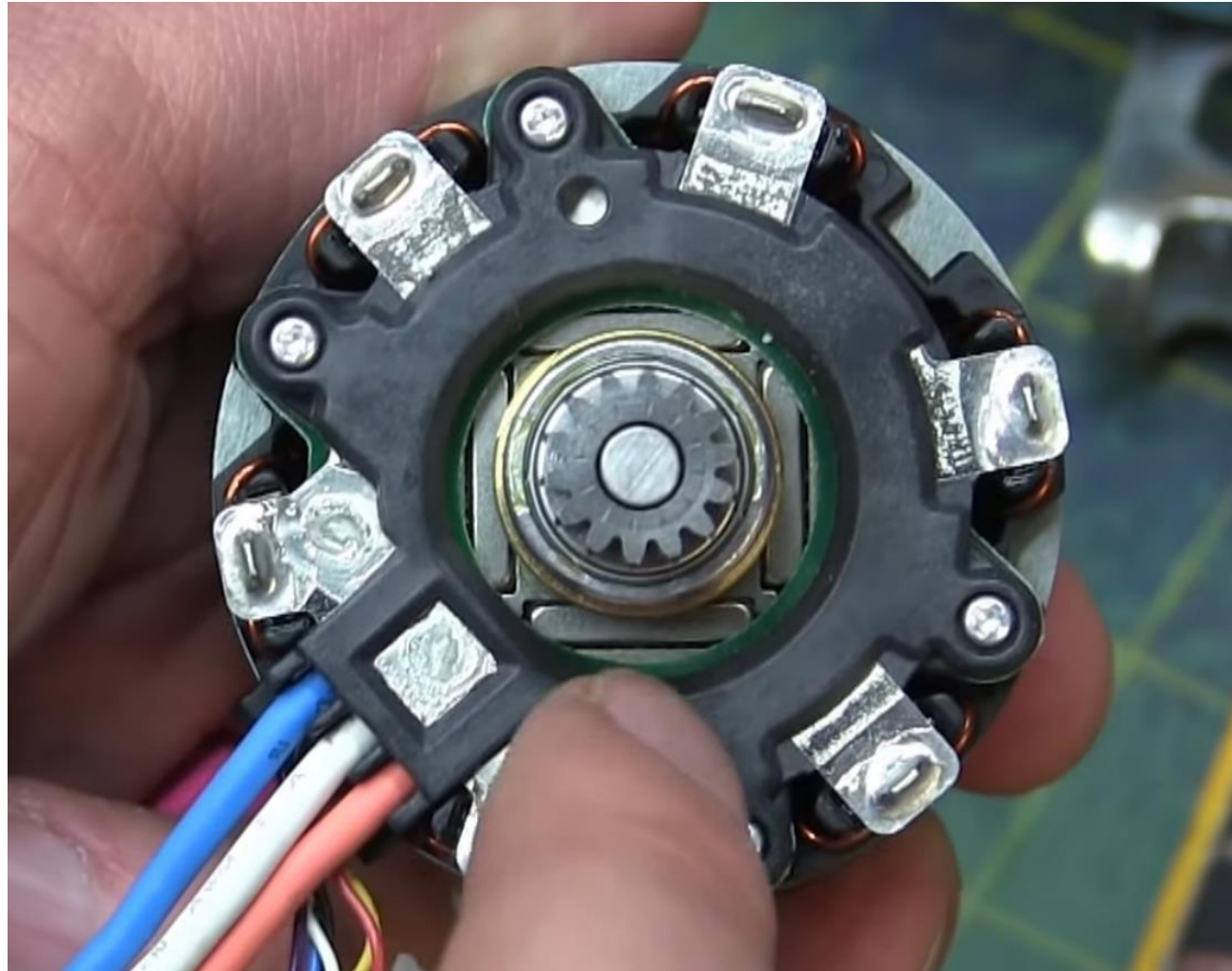
Quelle: Fa. kuka

Ausführliches Anwendungsbeispiel

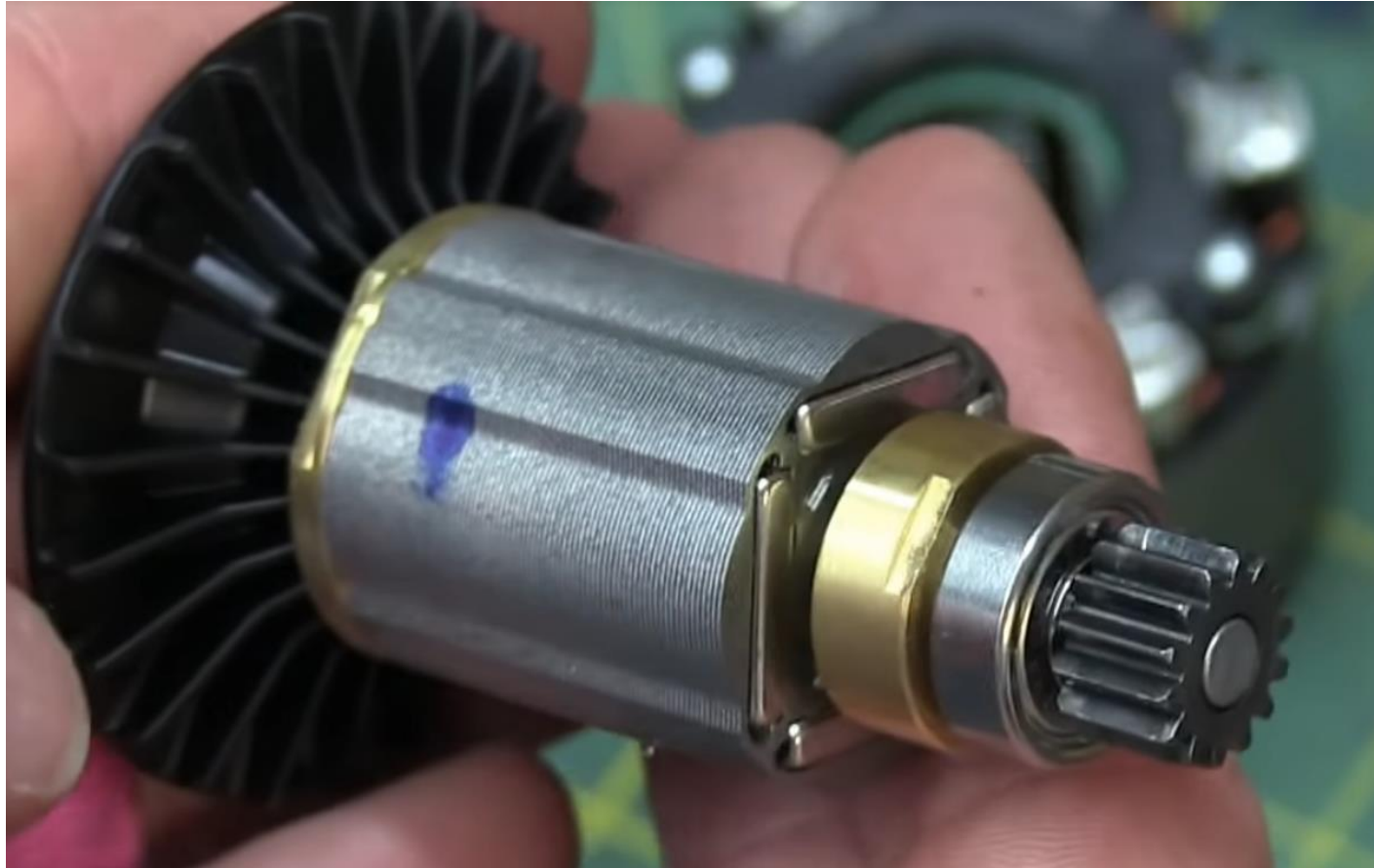
Akkubohrschrauber Makita DDF481



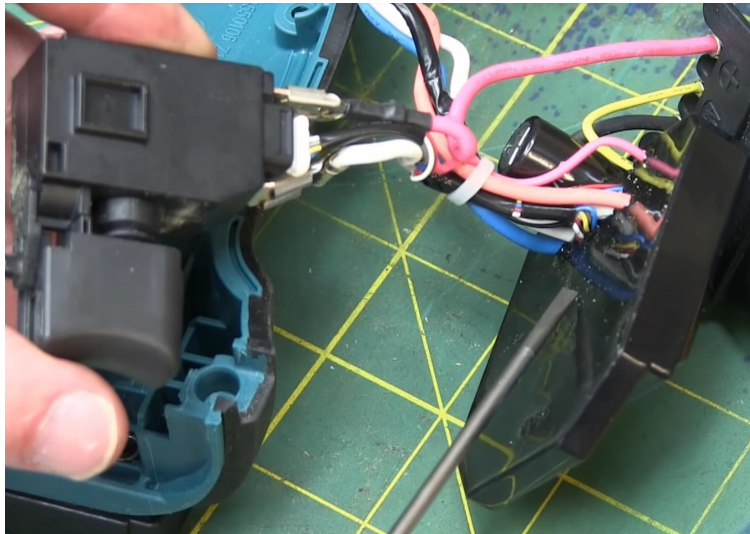
Akkubohrschrauber Makita DDF481



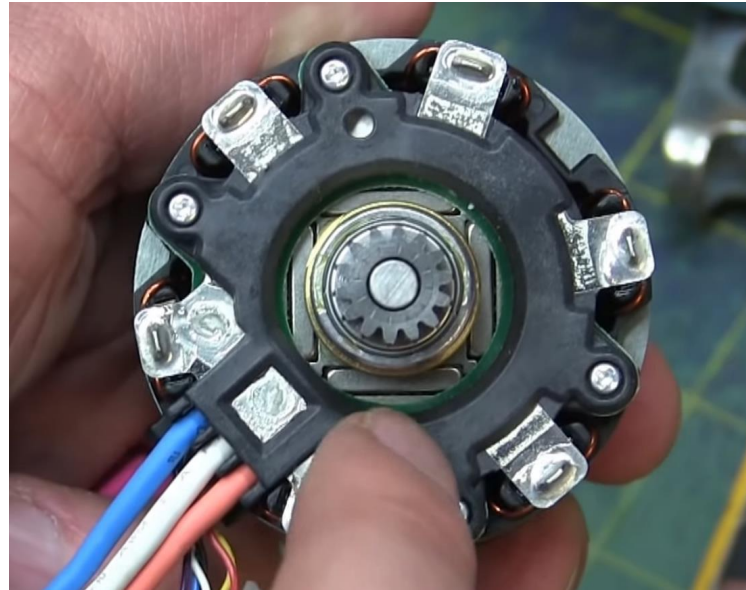
Akkubohrschrauber Makita DDF481



Akkubohrschrauber Makita DDF481



Quelle: YouTube-Kanal „ave“



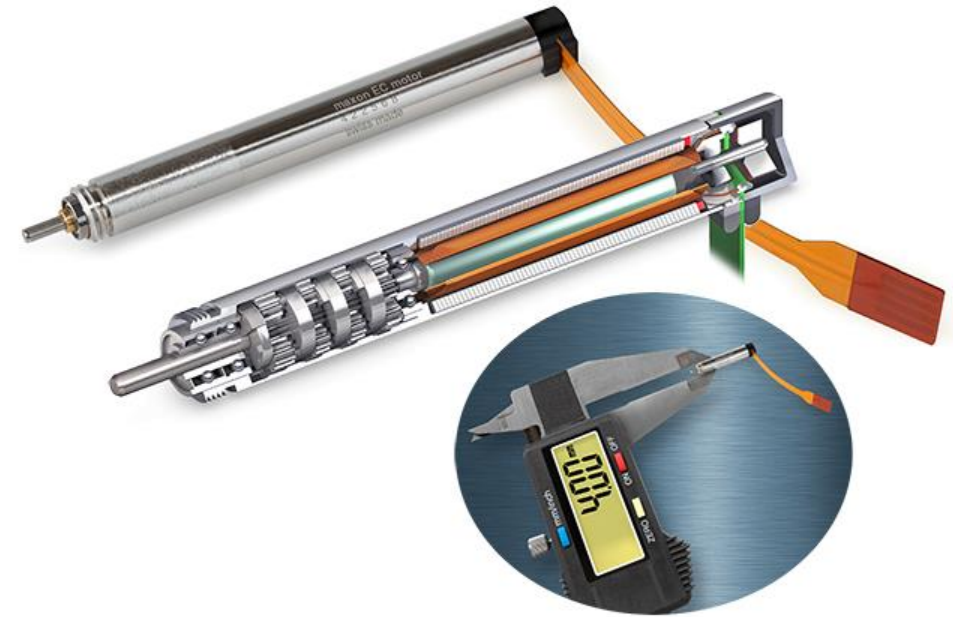
Quelle: YouTube-Kanal „ave“



Quelle: YouTube-Kanal „ave“

Fazit

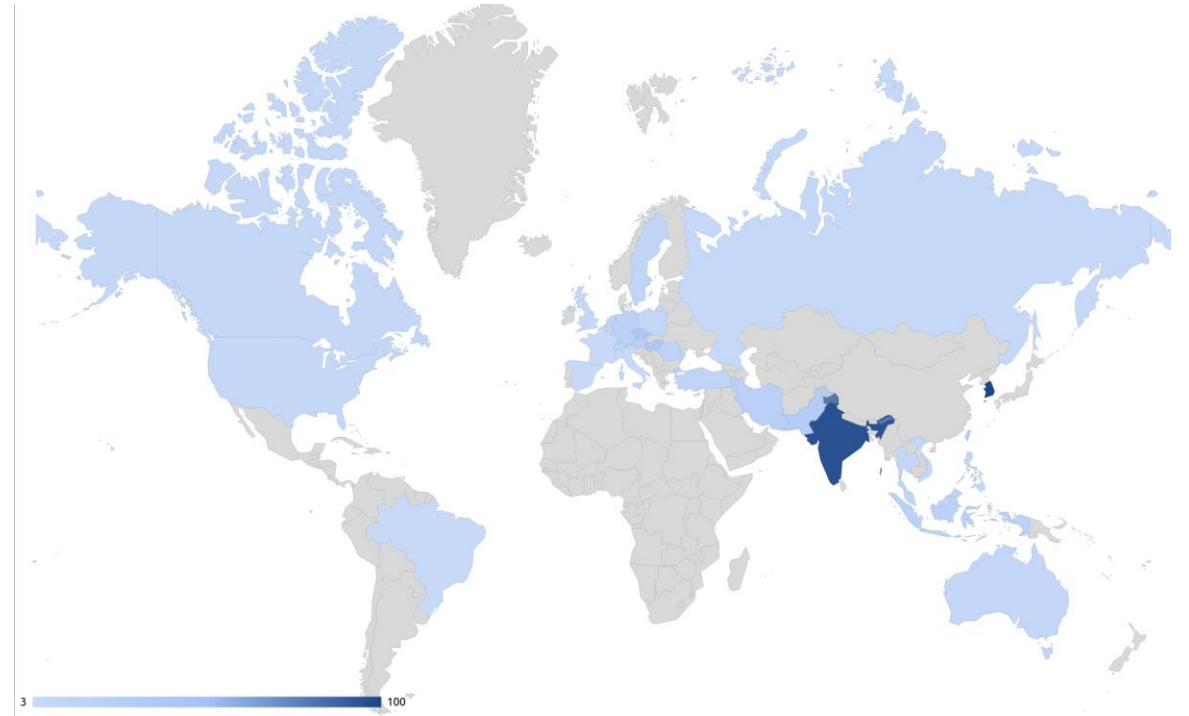
- Bürstenlose Gleichstrommotoren nehmen einen sehr vielfältigen und vielversprechenden Bereich in heutigen Aktorikanwendungen ein.
- Man findet Sie in verschiedensten:
 - Ausführungen
 - Größen
 - Anwendungsgebieten
- Eine steigende Nachfrage nach BLDC
- Spielen wichtige Rolle für E-Mobilität



Quelle: maxonmotor.com

Fazit

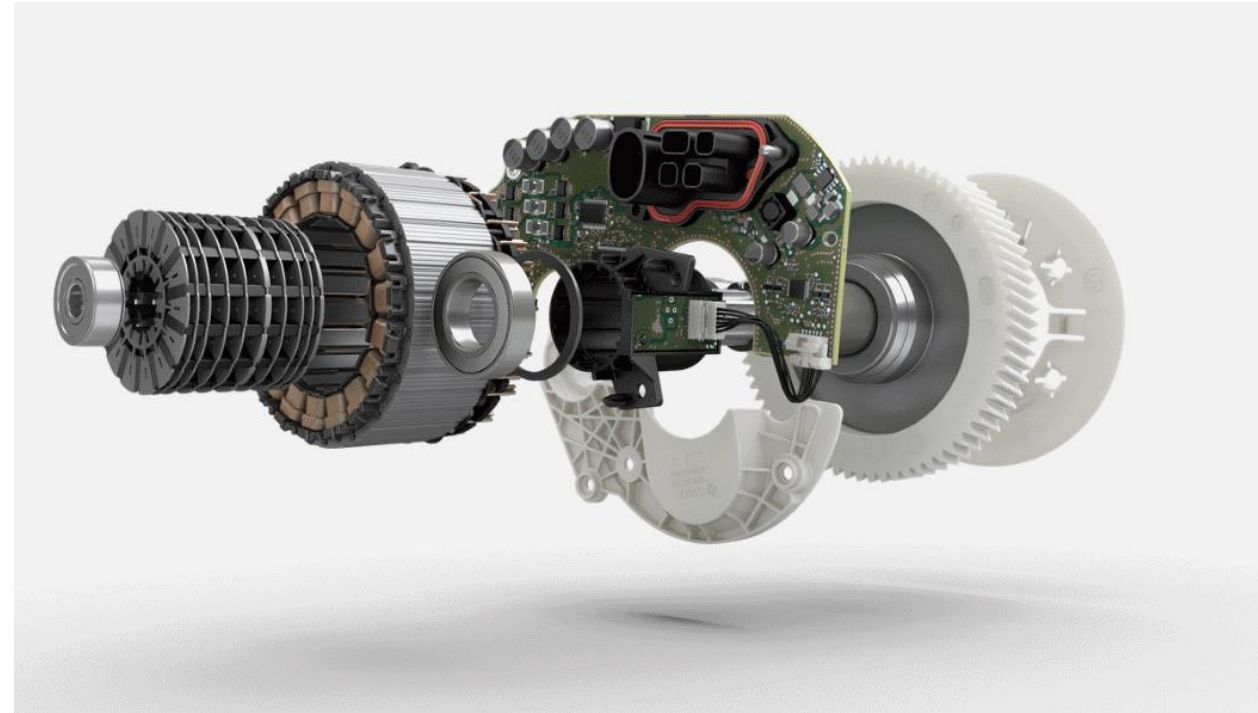
- Bürstenlose Gleichstrommotoren nehmen einen sehr vielfältigen und vielversprechenden Bereich in heutigen Aktorikanwendungen ein.
- Man findet Sie in verschiedensten:
 - Ausführungen
 - Größen
 - Anwendungsgebieten
- Eine steigende Nachfrage nach BLDC
- Spielen wichtige Rolle für E-Mobilität



Quelle: Google Trends, Suchbegriff: „bldc motor“

Fazit

- Bürstenlose Gleichstrommotoren nehmen einen sehr vielfältigen und vielversprechenden Bereich in heutigen Aktorikanwendungen ein.
- Man findet Sie in verschiedensten:
 - Ausführungen
 - Größen
 - Anwendungsgebieten
- Eine steigende Nachfrage nach BLDC
- Spielen wichtige Rolle für E-Mobilität



Quelle: Fa. Bosch

Referenzen

- PROBST, Uwe. *Servoantriebe in der Automatisierungstechnik: Komponenten, Aufbau und Regelverfahren*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2011. ISBN 978-3-8348-8169-4.
- STÖLTING, Hans-Dieter; KALLENBACH, Eberhard; AMRHEIN, Wolfgang. *Handbuch Elektrische Kleinantriebe*. München: Hanser, 2011. ISBN 978-3-446-42392-3.
- XIA, Chang-liang. *Permanent Magnet Brushless DC Motor Drives And Controls*. Singapore: Wiley, 2012. ISBN 978-1-118-18833-0.
- BABIEL, Gerhard. *Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik: Lehr- und Arbeitsbuch*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. ISBN 978-3-658-03334-7.
- GOPAL, M. *Control Systems: Principles and Design*. McGraw-Hill Education (India) Pvt Limited, 2002. ISBN 978-0-0704-8289-0.
- ZHANG, P. *Industrial Control Technology: A Handbook for Engineers and Researchers*. Elsevier Science, 2013. ISBN 978-0-0809-4752-5.
- WIKIPEDIA, Bürstenloser Gleichstrommotor --- Wikipedia{,} Die freie Enzyklopädie, 2019, https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=B%C3%BCrstenloser_Gleichstrommotor&oldid=188020645, [Online; Stand 15. Juni 2019]