

# maxon DC motor

## Technik – kurz und bündig

Herausragende technische Merkmale der **maxon DC-Motoren:**

- Kein magnetisches Rastmoment
- Hohe Beschleunigung dank kleinem Massenträgheitsmoment
- Geringe elektromagnetische Störungen
- Kleine Induktivität
- Hoher Wirkungsgrad
- Linearität zwischen Spannung und Drehzahl
- Linearität zwischen Belastung und Drehzahl
- Linearität zwischen Belastung und Strom
- Kleine Drehmomentschwankung dank vierteiligem Kollektor
- Kurzzeitig hoch überlastbar
- Kompakte Bauweise – kleine Abmessungen
- Vielfältige Kombinationsmöglichkeiten mit Getrieben sowie DC Tachos und Encodern

### Programm

- **RE-Programm**
- **A-max-Programm**
- **RE-max-Programm**

### Die maxon Wicklung

Herzstück des maxon-Motors ist die weltweit patentierte eisenlose Wicklung, System maxon®. Dieses Motorprinzip hat seine ganz besonderen Vorteile: kein magnetisches Rastmoment und geringe elektromagnetische Störungen. Der Wirkungsgrad übertrifft mit bis zu 90% andere Motorsysteme bei weitem.

Zu jedem Motortyp gibt es zahlreiche Wicklungsvarianten (siehe Motordatenblätter). Sie unterscheiden sich durch den Drahtquerschnitt und die Windungszahl. Die verwendeten Drahtdurchmesser liegen zwischen 32 µm und 0.45 mm. So ergeben sich unterschiedliche Anschlusswiderstände der Motoren. Ebenfalls variieren jene Motorparameter, welche die Umwandlung von elektrischer und mechanischer Energie beschreiben (Drehmoment- und Drehzahl-Konstante). Sie erhalten dadurch die Möglichkeit, den für Ihren spezifischen Anwendungsfall am besten geeignete Motor auszuwählen.

Die maximal zulässige Wicklungstemperatur beträgt bei hochtemperaturfester Ausführung 125°C (in Ausnahmefällen 155°C), sonst 85°C.

Auswirkungen von Drahtquerschnitt und Windungszahl sind:

#### Kleiner Anschlusswiderstand

- Niederohmige Wicklung
- Dicker Draht, wenig Windungen
- Hohe Anlaufströme
- Spezifisch schnell drehender Motor (Drehzahl pro Volt)

#### Hoher Anschlusswiderstand

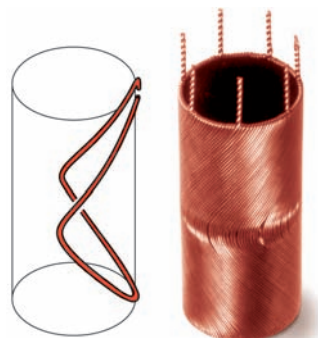
- Hochohmige Wicklung
- Dünner Draht, viele Windungen
- Niedrige Anlaufströme
- Spezifisch langsam drehender Motor (Drehzahl pro Volt)

### Drehzahl

Die optimalen Betriebsdrehzahlen liegen je nach Motorgröße zwischen 4000 und 9000 Umdrehungen pro Minute. Mit einigen Spezialausführungen sind Drehzahlen von über 20 000 min<sup>-1</sup> realisierbar.

Es ist eine physikalisch bedingte Eigenschaft des Gleichstrommotors, dass sich bei konstanter Spannung die Drehzahl bei zunehmender Belastung reduziert. Durch die Vielzahl der Wicklungsvarianten ist eine gute Anpassung an die gewünschten Bedingungen möglich.

Bei kleineren Drehzahlen ist oft eine Getriebekombination günstiger als ein langsam laufender Motor.



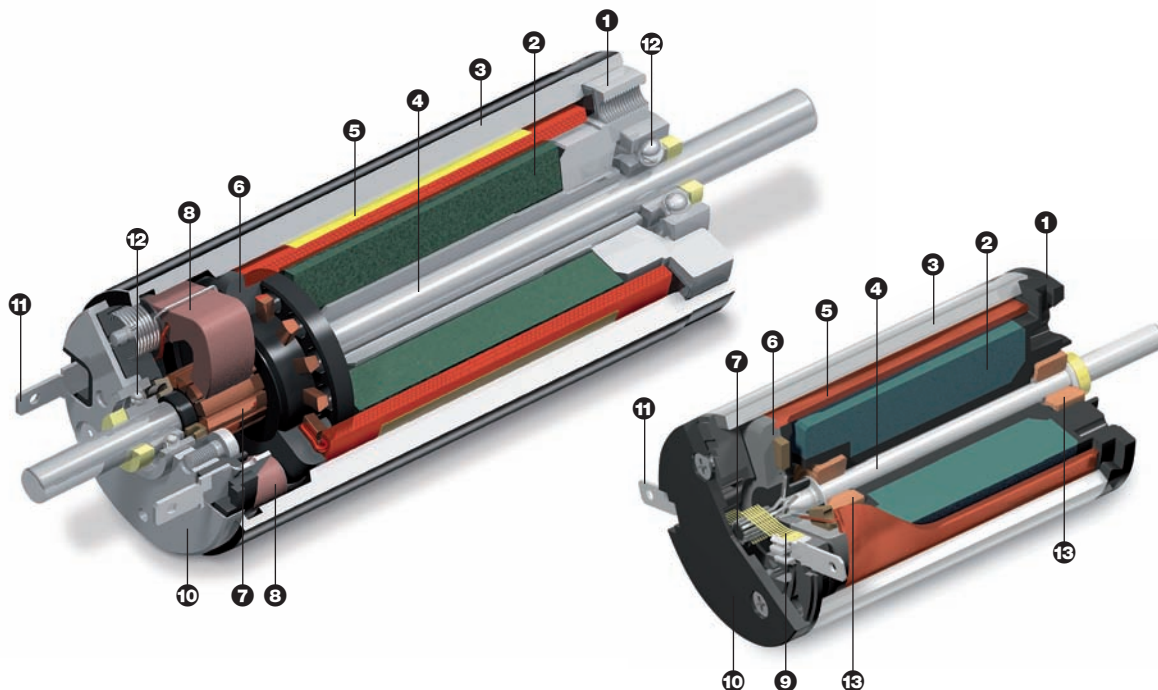
- 1 Flansch
- 2 Permanentmagnet
- 3 Gehäuse (magn. Rückschluss)
- 4 Welle
- 5 Wicklung
- 6 Kollektorplatte
- 7 Kollektor
- 8 Graphitbürsten
- 9 Edelmetallbürsten
- 10 Abschlussdeckel
- 11 Elektr. Anschluss
- 12 Kugellager
- 13 Sintergleitlager

### Lebensdauer

Eine generelle Aussage über die Lebensdauer kann wegen der vielen Einflussfaktoren nicht gemacht werden. Die Lebensdauer schwankt von über 20 000 Stunden bei günstigen Bedingungen, bis zu weniger als 100 Stunden unter Extrembedingungen (hier handelt es sich um Sonderfälle). Bei durchschnittlichen Anforderungen werden in etwa 1000 bis 3000 Stunden erreicht.

#### Beeinflussend sind:

1. **Die elektrische Belastung:** Höhere Strombelastung ergibt einen grösseren elektrischen Verschleiss des Kommutierungssystems. Es kann daher unter Umständen geboten sein, für eine gegebene Aufgabenstellung einen etwas stärkeren Motor auszuwählen. Wir beraten Sie gerne.
2. **Drehzahl:** Je höher die Drehzahl, desto grösser der mechanische Verschleiss.
3. **Art des Betriebes:** Extremer Start-Stopp-, Links-Rechts-Betrieb führt immer zu einer Reduktion der Lebensdauer.
4. **Umwelteinflüsse:** Temperatur, Feuchtigkeit, Vibration, Art des Einbaues etc.
5. Bei Edelmetallbürsten erhöht das **CLL-Konzept** die Lebensdauer bei höheren Belastungen, wobei die Vorteile der Edelmetallbürsten voll erhalten bleiben.
6. Die Kombination von **Graphitbürsten** mit Kugellagern ergibt auch bei Extrembedingungen eine hohe Lebensdauer.



## Mechanische Kommutierung

### Graphitbürsten

In Verbindung mit Kupferkollektoren für den härtesten Einsatz.

Wiederholt wurden mehrere 10 Mio. Zyklen in den verschiedensten Anwendungen erreicht.

### Graphitbürsten werden typisch eingesetzt:

- In grösseren Motoren
- Bei hoher Strombelastung
- Bei Start-Stopp-Betrieb
- Im Umkehrbetrieb
- Bei Ansteuerung mit getakteter Endstufe (PWM)

Die speziellen Eigenschaften von **Graphitbürsten** können sogenannte Abrisse (Spikes) bewirken. Diese sind auf dem Kommutierungsbild sichtbar. Trotz der durch die Spikes bedingten hochfrequenten Störungen haben sich diese Motoren in Anwendung mit elektronischen Steuerungen weitgehend durchgesetzt. Zu beachten ist, dass sich der Übergangswiderstand der Graphitbürsten belastungsabhängig verändert.

### Edelmetallbürsten und -kollektor

Unsere Edelmetallkombination garantiert hohe Konstanz des niedrigen Übergangswiderstandes auch nach längerem Stillstand. Die Motoren arbeiten mit kleinsten Anlaufspannungen und sehr geringen elektrischen Störungen.

### Edelmetallbürsten werden typisch eingesetzt:

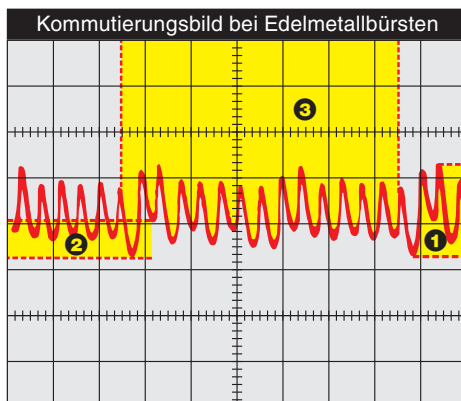
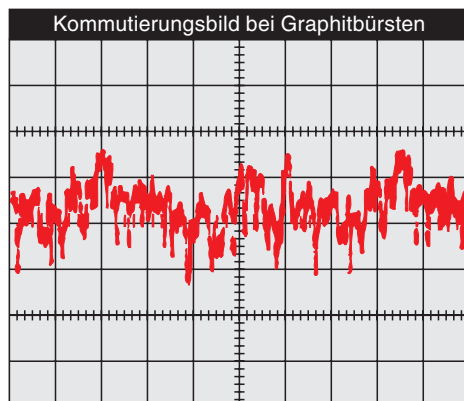
- In kleineren Motoren
- Im Dauerbetrieb
- Bei kleiner Strombelastung
- Bei Batteriebetrieb
- In DC-Tachos

Das Kommutierungsbild ist im Gegensatz zu anderen Motoren abrissfrei und gleichmässig. Die Verbindung von Edelmetallbürsten und maxon Rotorsystem ergibt minimale hochfrequente Störungen, die sonst in den Schaltungen zu grossen Problemen führen. Die Motoren benötigen praktisch keine elektrischen Entstörungen.

### CLL-Konzept

Bei Edelmetallkommutierung wird der Verschleiss von Kollektoren und Bürsten vorwiegend durch Funken verursacht. Das CLL-Konzept unterdrückt weitgehend die Funkenbildung, was die Lebensdauer deutlich erhöht. Bei Ansteuerungen mit getakteter Endstufe (PWM) treten höhere Leerlaufströme auf, und es kann sich eine unerwünschte Erwärmung des Motors ergeben.

Weitere Ergänzungen siehe Seite 49 oder im Buch «Auslegung von hochpräzisen Kleinstantrieben» von Dr. Urs Kafader.



### Kommutierungsbild

Das Kommutierungsbild stellt den Stromverlauf eines maxon DC-Motors über eine Motorumdrehung dar.

Bitte schalten Sie einen niederohmigen Vorwiderstand (ca. 50 mal kleiner als der Motorwiderstand) in Serie zum Motor. Betrachten Sie den darüber abfallenden Spannungsverlauf auf dem Kathodenstrahloszilloskop.

### Legende

- ① Rippel, tatsächliche Welligkeit Spitze-Spitze
- ② Modulation, im Wesentlichen auf Asymmetrie im Magnetfeld und in der Wicklung zurückzuführen
- ③ Signalverlauf innerhalb einer Umdrehung (Anzahl Spitzen = doppelte Anzahl Kollektorsegmente)