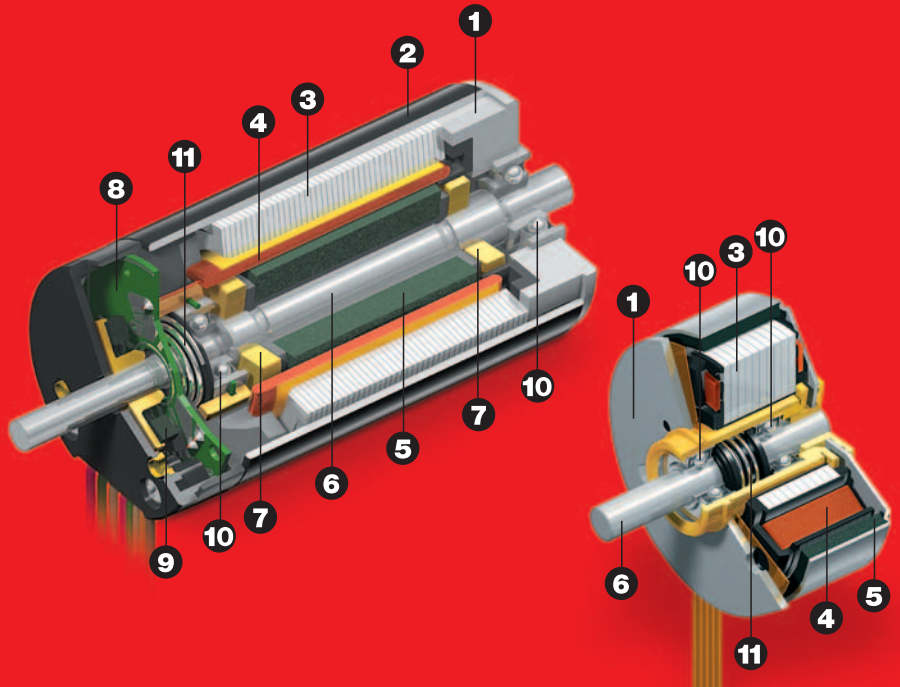


Technik – kurz und bündig

Spezielle technische Eigenschaften der **maxon EC-Motoren:**

- Keine mechanische Kommutierung
- Hohe Lebensdauer – nur durch Lagerung begrenzt
- Ohne Rastmoment
- Hohe Drehzahlen auch bei niedrigen Spannungen
- Das maxon Wickelverfahren erlaubt eine optimierte Auslegung der Wicklung für den jeweiligen Anwendungsfall
- Gute Wärmeabfuhr, hohe Überlastbarkeit
- Weitgehend lineare Motorkennlinien, hervorragende Regeleigenschaften
- Hoher Wirkungsgrad
- Kleinste elektrische Zeitkonstante und geringe Induktivität

Die elektronisch kommutierten EC-Motoren von maxon sind qualitativ hochstehende Gleichstrommotoren mit Neodym-Magneten. Im Gegensatz zu den maxon DC-Motoren steht hier die eisenlose Wicklung **4** still. Dafür rotiert der Permanentmagnet **9** in dem elektronisch erzeugten Drehfeld der dreiphasig angesteuerten Wicklung.

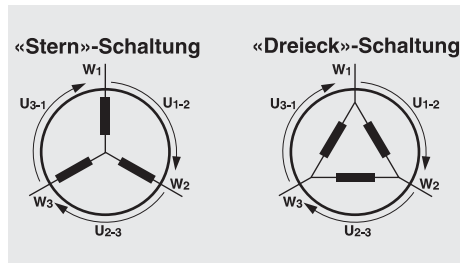


Eigenschaften der **maxon EC Flachmotoren:**

- Flache Bauweise auch für gedrängte Platzverhältnisse
- Relativ hohes Drehmoment
- Leichtes Rastmoment (Wicklung mit Eisenkern)
- Vom streng linearen Verhalten abweichende Motorkennlinien
- Blockkommutierung mit und ohne Hall-Sensoren
- Kleinere Kommutierungsschritte durch hohe Polzahl des permanentmagnetischen Rotors
- Hoher Wirkungsgrad
- Hall-Sensor-Signal für einfache Drehzahl- und Positionsmessungen nutzbar
- Kombinationsmöglichkeiten mit Getrieben
- Möglichkeit zur Integration der Elektronik in den Motor

Wicklungsbeschaltung

Die maxon Rautenwicklung ist in drei Teilwicklungen zu je 120° aufgeteilt. Die Teilwicklungen können auf zwei verschiedene Arten – «Stern» oder «Dreieck» – beschaltet werden. Dadurch verändern sich Drehzahl und Drehmoment umgekehrt proportional um den Faktor $\sqrt{3}$. Für die Auswahl des Motors spielt die Wicklungsbeschaltung keine ausschlaggebende Rolle. Wichtig ist, dass die motorspezifischen Parameter (Drehzahlkonstante und Drehmomentkonstante) den Anforderungen entsprechen.



Die maximal zulässige Wicklungstemperatur beträgt 125°C (EC-max bis 155°C).

Elektronische Kommutierung

Blockkommutierung mit Hall-Sensoren

Die Rückmeldung der Rotorlage erfolgt durch drei im Motor eingebaute Hall-Sensoren. Die um 120° versetzt angeordneten Hall-Sensoren liefern pro Umdrehung sechs verschiedene Schaltkombinationen. Die drei Teilwicklungen werden nun entsprechend den Sensorinformationen in sechs verschiedenen Leitphasen bestromt. Strom- und Spannungsverlauf sind blockförmig. Die Schaltlage jeder elektronischen Kommutierung liegt um 30° versetzt zum jeweiligen Drehmoment-Scheitelpunkt.

Eigenschaften der Blockkommutierung

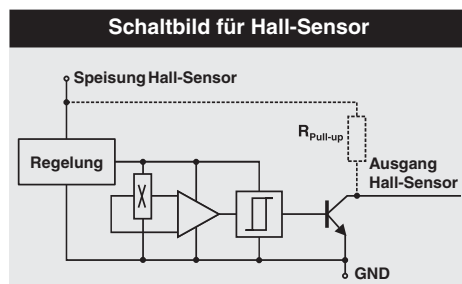
- Relativ einfache und kostengünstige Elektronik
- Drehmomenttrippl von 14 %
- Kontrollierter Anlauf
- Hohe Anlaufmomente und Beschleunigungen möglich
- Die Daten der maxon EC-Motoren werden mit Blockkommutierung ermittelt

Mögliche Anwendungen

- Hochdynamische Servoantriebe
- Start-Stopp-Betrieb
- Positionieraufgaben

Beschaltung der Hall-Sensoren

Der Open Collector Ausgang der Hall-Sensoren hat in der Regel keinen eigenen Pull-Up Widerstand, da dieser in den maxon-Steuerungen integriert ist. Ausnahmen werden in den entsprechenden Motordatenblättern speziell erwähnt.



Blockkommutierung						
Signalverlauf der Hall-Sensoren						
Leitphasen	I	II	III	IV	V	VI
Rotorlage	60	120	180	240	300	360
Hall-Sensor 1	1	0	1	0	1	0
Hall-Sensor 2	0	1	0	1	0	1
Hall-Sensor 3	1	0	1	0	1	0

Angelegte Motorspannung (Phase-Phase)						
Leitphasen	I	II	III	IV	V	VI
Rotorlage	60	120	180	240	300	360
U1-2	+	-	+	-	+	-
U2-3	-	+	-	+	-	+
U3-1	+	-	+	-	+	-

Legende

Die Rotorlage gilt für Motoren mit 2-poligem Permanentmagnet (1 Polpaar). Bei N Polpaaren ist die Rotorlage um den Faktor N verkleinert.

- 1 Flansch
- 2 Gehäuse
- 3 Statorpaket
- 4 Wicklung
- 5 Permanentmagnet
- 6 Welle
- 7 Auswuchtscheiben
- 8 Print mit Hall-Sensoren
- 9 Steuermagnet
- 10 Kugellager
- 11 Vorspannung

Programm

maxon EC motor

mit Hall-Sensoren

sensorlos

mit integrierter Elektronik

EC-Programm

EC-max-Programm

EC-powermax

EC-Flachmotor

maxon EC motor

Sensorlose Blockkommutierung

Die Rotorlage wird über den Verlauf der induzierten Spannung erschlossen. Die Elektronik wertet den Nulldurchgang der induzierten Spannung aus und kommutiert nach einer drehzahlabhängigen Pause den Motorstrom (30° nach dem Nulldurchgang).

Die Amplitude der induzierten Spannung ist drehzahlabhängig. Im Stillstand und bei kleinen Drehzahlen ist das Spannungssignal zu klein und der Nulldurchgang kann nicht oder nur ungenau detektiert werden. Deshalb werden spezielle Algorithmen für den Anlauf benötigt (analog zur Schrittmotoransteuerung).

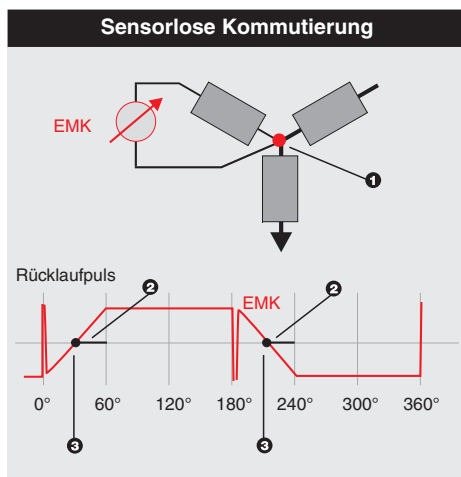
Damit auch EC-Motoren in Dreieckschaltung sensorlos kommutiert werden können, wird in der Elektronik meist ein virtueller Sternpunkt erzeugt.

Eigenschaften der sensorlosen Kommutierung

- Drehmomenttrippel von 14 % (Blockkommutierung)
- Kein definierter Anlauf
- Nicht geeignet für kleine Drehzahlen
- Nicht geeignet für dynamische Anwendungen

Mögliche Anwendungen

- Dauerbetrieb bei höheren Drehzahlen
- Ventilatoren



Sinuskommutierung

Die hochauflösenden Signale von Encoder oder Resolver werden in der Elektronik zur Erzeugung sinusförmiger Motor-Ströme verwendet. Die Ströme durch die drei Motorwicklungen sind abhängig von der Rotorlage und jeweils um 120 Grad phasenverschoben (Sinuskommutierung). Dies ergibt den sehr weichen, präzisen Lauf des Motors und eine sehr genaue, hochwertige Regelung.

Eigenschaften der Sinuskommutierung

- Aufwändigere Elektronik
- Kein Drehmomenttrippel
- Sehr gute Gleichlauf Eigenschaften auch bei kleinsten Drehzahlen
- Ca. 5 % höheres Dauerdrehmoment als bei Blockkommutierung

Mögliche Anwendungen

- Hochdynamische Servoantriebe
- Positionieraufgaben

Lagerung

Echten Nutzen erbringt der EC-Motor nur in Verbindung mit Kugellagern. Die meisten maxon EC-Motoren haben vorge-spannte Kugellager.

Drehzahl

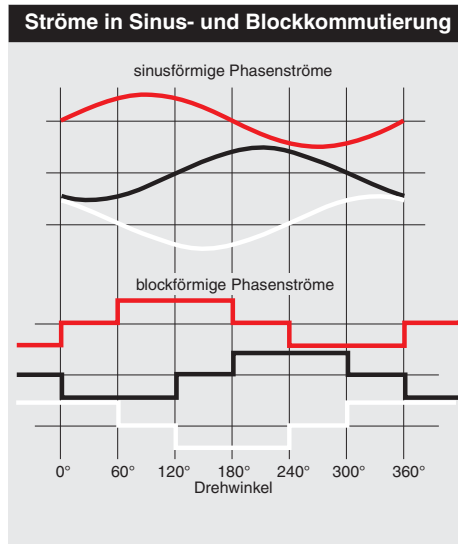
Betriebsdrehzahlen bis 50 000 min⁻¹ sind durchaus möglich.

Bei mehrpoligen Motoren kann die Elektronik (max. Schaltfrequenz) die Drehzahl begrenzen, da pro Motorumdrehung mehrere Kommutierungszyklen durchlaufen werden.

Die maximale Drehzahl wird durch Lebensdauerüberlegungen der Kugellager (20 000 Stunden) bei maximal zulässiger Restunwucht des Rotors berechnet.

Lebensdauer

Diese ist prinzipiell nur durch die Lebensdauer der Lagerung begrenzt. Zusammen mit der Lebenserwartung der eingesetzten Elektronikkomponenten in Industrieausführung erreicht der EC-Motor eine Lebensdauer von mehreren 10 000 Stunden.



Legende

- 1 Sternpunkt
- 2 Zeitverzögerung 30°
- 3 Nulldurchlauf EMK