

Bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC)

Prof. Dr.-Ing. Andreas Baral

Einleitung

Der Begriff BLDC (Brushless Direct Current Motor) steht für den bürstenlosen Gleichstrommotor. Bürstenlose Gleichstrommotoren haben aufgrund der einzigartigen Vorteile, die sie gegenüber herkömmlichen bürstenbehafteten Gleichstrommotoren bieten, zu einer raschen Akzeptanz in vielen Industriebereichen geführt. Zu den wichtigsten Vorteilen zählen unter anderem die geringe Wartung, höhere Drehzahlen und die hohe Leistungsdichte. Im Gegensatz dazu kosten bürstenlose DC-Motoren mehr als die herkömmlichen bürstenbehafteten DC-Motoren, da sie einen Rotorpositionssensor und eine Motorantriebssteuerung für die elektronische Kommutierung benötigen. Mithilfe neuer Verfahren kann der bürstenlose DC-Motor auch ohne Rotorpositionssensor betrieben werden.

BLDC-Motoren werden in vielen Anwendungen eingesetzt. Viele der bürstenlosen Gleichstrommotoren werden in Fahrzeugen, in Haushaltsgeräten, in der Luftfahrt und zunehmend in industriellen Antriebslösungen verwendet.

Der Unterschied in Bezug auf den mechanischen Aufbau des „klassischen“ (bürstenbehafteten) Gleichstrommotors im Vergleich zum bürstenlosen Gleichstrommotor besteht darin, dass auf dem Rotor keine Wicklung, sondern Permanentmagnete angebracht sind. Zur Erläuterung der Funktionsweise des bürstenlosen Gleichstrommotors wird zuerst die klassische Gleichstrommaschine erläutert. Im Anschluss daran werden die Unterschiede zur bürstenlosen Gleichstrommaschine aufgezeigt und die notwendige Sensorik und die Ansteuerung werden erläutert.

Klassischer Gleichstrommotor

Die klassische Gleichstrommaschine wird auch als Stromwendemaschine bezeichnet. Der Ständer der Innenläufermaschine trägt die Gleichstrom-Erregerwicklung. Auf dem Rotor befindet sich die Ankerwicklung. Die Energieübertragung der Ankerwicklung erfolgt über Kohlebürsten und einen Stromwender (Kommutator). In **Bild 1** ist der prinzipielle Aufbau einer klassischen Gleichstrommaschine dargestellt.

Stator

Der Stator ist der feststehende Teil der Maschine. Er besteht in der Regel aus Eisen oder Stahlguss, welches massiv oder geblecht sein kann. Der Stator hat die Aufgabe, die Gleichstromerregewicklung zu tragen und den magnetischen Erregerfluss zu führen. An der Stelle des Elektromagneten können auch Dauermagnete eingesetzt werden. Die dauermagnetischen Werkstoffe (wie z.B. Neodym-Eisen-Bor)

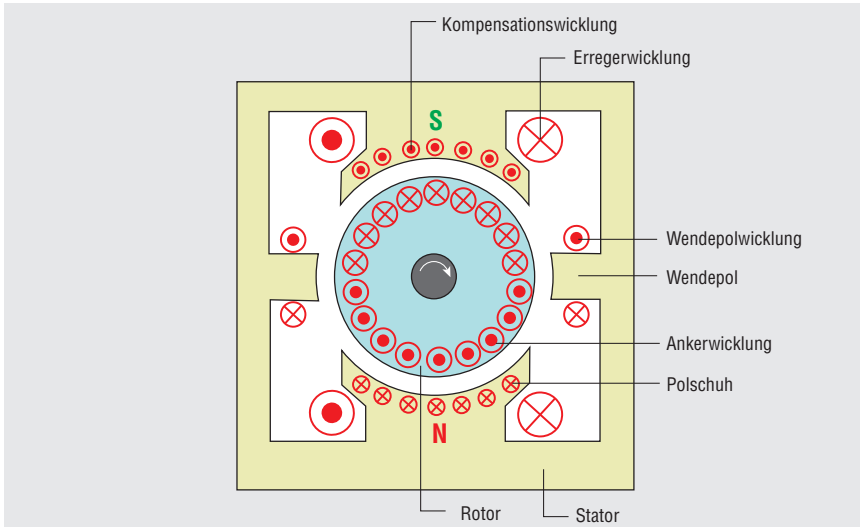


Bild 1: Prinzip der Gleichstrommaschine

werden dabei immer häufiger verwendet, weil sie in Bezug auf die Kriterien Verfügbarkeit, Preis, Korrosionsbeständigkeit, Temperaturbereich, Bearbeitbarkeit, Remanenz und Koerzitivfeldstärke ein sehr gutes Niveau erreicht haben. Vorteile des Einsatzes stellen ein simplerer Ständeraufbau, eine kleinere Baugröße und ein hoher Wirkungsgrad dar.

Die gegenüberliegenden Pole der Elektromagnete (oder Dauermagnete) bilden ein Polpaar. Eine Gleichstrommaschine kann auch mehrere Polpaare besitzen. Die im Bild 1 dargestellte Wendepolwicklung ist notwendig, um die klassische Kommutierung zu unterstützen.

Soll die Maschine eine sehr gute Dynamik aufweisen, ist es nötig, dass schnelle Stromänderungen möglich sind. Schnelle Stromänderungen sind möglich, wenn die Wirbelstrombildung unterbrochen wird. Wirbelströme sind Ströme, die durch ein magnetisches Wechselfeld in leitfähigem Material induziert werden. Diese induzierten Ströme haben wiederum ein magnetisches Feld zur Folge, welches dem eigentlichen magnetischen Feld gemäß der „Lenz’schen Regel“ entgegenwirkt und damit eine Bremswirkung verursacht. Verhindert wird der Aufbau der Wirbelströme dadurch, dass alle betroffenen Teile der Maschine (Polkerne, Polschuhe und Rotor) aus isolierten Blechen aufgebaut werden, die parallel zu den magnetischen Feldlinien angeordnet sind. Die Kompensationswicklung wirkt der Verzerrung des Ankerhauptfeldes entgegen. Die Kompensationswicklung und die Wendepolwicklung werden in Reihe zur Ankerwicklung geschaltet.