

# Auswahl der richtigen Nut- und Polkombination für bürstenlose Gleichstrommotoren

2 February 2024

Die Auswahl der richtigen Nut- und Polkombination für einen bürstenlosen Gleichstrommotor hat Auswirkungen auf die Drehzahl und das Drehmoment des Motors. Die Wahl der Pol-, Nut- und Wicklungskonfiguration kann sich auch auf darauf auswirken, wie reibungslos und kontrolliert die Drehmomentabgabe erfolgt, und die Effizienz beeinflussen. Da diese Faktoren stark zur Gesamtleistung einer Anwendung beitragen, gilt es, für einen bürstenlosen Gleichstrommotor die richtige Nut- und Polausführung zu wählen.

*Dipak Mane, Senior Manager Design & Development bei Portescap, erklärt die Bedeutung der Nut- und Polausführung beim Design von bürstenlosen Gleichstrommotoren.*

Zu den Vorteilen bürstenloser Gleichstrommotoren gehören ein höherer Wirkungsgrad, geringerer Wartungsaufwand und eine längere Lebensdauer. Dies ist auf das Fehlen von Bürsten und Kommutatoren in einer Konstruktion zurückzuführen, die Verschleiß und Reibung reduziert. Ein bürstenloser Gleichstrommotor bietet in Kombination mit einer externen elektronischen Steuerung auch eine präzise Drehzahl- und Drehmomentmodulation, weshalb er ideal für Anwendungen ist, die eine präzise Bewegung erfordern. Bürstenlose Gleichstrommotoren sind kompakt und leicht, weshalb sie sehr gut für Umgebungen mit begrenztem Platzangebot geeignet sind. Um diese Vorteile weiter zu optimieren, gilt es, die Spezifikation der Nut- und Polkombinationen genau zu bedenken.

## Was sind Nuten und Pole?

Bei einem bürstenlosen Gleichstrommotor bildet der Stator den Außenring des Motors. Der innere Ring des Stators hat Rillen in festgelegten Abständen, sogenannte „Nuten“, in denen Kupferwicklungen laufen. Wenn elektrischer Strom durch die Wicklungen fließt, entsteht eine Reihe von Magnetfeldern. Es ist die Wechselwirkung dieser Magnetfelder und der Magneten am Rotor – dem zentralen rotierenden Teil des Motors –, die die Drehbewegung erzeugt.

Das Design der Nuten sowie ihre Anzahl und Anordnung beeinflussen die Wicklungskonfiguration des Motors und damit die Verteilung des magnetischen Flusses, der entscheidend für den Antrieb des Motors ist. Kurz gesagt ist das Nutdesign entscheidend für eine optimale elektromagnetische Leistung, einschließlich des Gesamtdrehmoments, der gleichmäßigen Leistungsabgabe und des Gesamtwirkungsgrads des Motors.

Die Wicklungen allein erzeugen jedoch nicht die Magnetfelder, sondern bilden einen Teil der „Pole“ des Motors. Die Pole, die Paare von Nord- und Südpolen enthalten, befinden sich am Stator. Sie stellen jedoch keine eigentlichen Komponenten dar. Vielmehr sind die Pole magnetische Einflussbereiche, die durch die Interaktion zwischen dem laminierten Kern des Stators und den stromführenden Wicklungen um ihn herum entstehen.

Wenn Strom an die Wicklungen angelegt wird, werden diese Bereiche des Stators zu Elektromagneten und die Interaktion zwischen den Polen des Stators erzeugt ein Magnetfeld. In der Mitte dieses Feldes dreht sich der Rotor (der einen Permanentmagneten enthält) aufgrund des Elektromagnetismus und sorgt für die Bewegung der verbundenen Welle.

Obwohl die Anzahl und das Design der Pole und Nuten wesentlich zur Motorleistung beitragen, gibt es keine Einheitslösung für alle Anforderungen. Welche Pol- und Nutkombination benötigt wird, hängt von den erforderlichen Leistungscharakteristika des Motors ab.

### **Anzahl der Pole und Nuten**

Die Polzahl eines bürstenlosen Gleichstrommotors wirkt sich direkt auf seine Drehzahl und sein Drehmoment aus. Höhere Polpaarzahlen erzeugen ein höheres Drehmoment, aber niedrigere maximale Drehzahlen. Umgekehrt können Motoren mit geringerer Polzahl höhere Drehzahlen erreichen, aber ein geringeres Drehmoment erzeugen. Daher hängt die Wahl der richtigen Polzahl vom erforderlichen Gleichgewicht zwischen Drehmoment und Drehzahl ab.

Ebenso erzeugen Motoren mit einer höheren Anzahl an Nuten bei niedrigen Drehzahlen ein höheres Drehmoment, weshalb sie ideal für Anwendungen sind, bei denen ein hohes Anzugsmoment erforderlich ist. Dagegen erzeugen Motoren mit einer geringeren Anzahl an Nuten bei hohen Drehzahlen ein geringeres Drehmoment, sind aber in der Regel in der Lage, insgesamt eine höhere Drehmomentdichte und eine höhere Motordrehzahl zu erzielen.

### **Wicklungen**

Das Design der Wicklungen in den Nuten ist ebenfalls wichtig, beginnend mit dem Wicklungsfaktor. Dabei handelt es sich um den Teil des Stroms, der zur Erzeugung des Drehmoments verwendet wird, was eine entscheidende Rolle bei der Bestimmung des Wirkungsgrads des Motors spielt.

Zur Berechnung des Wicklungsfaktors muss der Spulenfaktor ermittelt werden. Diese Zahl definiert das Verhältnis der Spannung, die zwischen den konfigurierten Wicklungen erzeugt wird, und beeinflusst die Verteilung des magnetischen Flusses. Der Wicklungsfaktor hängt auch vom Verteilungsfaktor ab, einem Referenzwert, der die tatsächliche Spannung im Verhältnis zur potenziellen Spannung angibt, die auftreten würde, wenn alle Spulen einer Polgruppe in einer einzigen Nut lägen.

Auch die Wicklungssymmetrie ist entscheidend, da sie sich auf das Gleichgewicht des Motors auswirkt. Wird keine perfekte Symmetrie erreicht, kann dies zu Geräuschen, Vibrationen und einer unregelmäßigen Drehmomentabgabe führen. Die Wicklungssymmetrie hängt sowohl von der Spezifikation und dem Design als auch von der Präzision der Fertigung ab.

### **Rastmoment**

Das Rastmoment erzeugt ähnliche Beeinträchtigungen wie Vibrationen und Geräusche während des Betriebs. Dies beeinträchtigt die Leistung des Motors dann, wenn die Lage präzise gesteuert werden muss. Die Auswahl eines Motors mit einer höheren Rastmomentfrequenz führt dazu, dass die Drehmomentschwankungen häufiger auftreten, was insgesamt zu geringeren Schwankungen führt. Dadurch werden die Drehmomentschwankungen verteilt, was einen reibungsloseren Betrieb und eine verbesserte Effizienz zur Folge hat.

Bestimmte Kombinationen aus Pol- und Nutanzahl erzeugen gleichmäßigere Magnetfelder und tragen so zur Reduzierung der Drehmomentschwankungen bei. Konzentrierte Wicklungskonfigurationen können dazu beitragen, das Rastmoment zu mindern, während eine präzise Fertigung in Kombination mit einer optimierten Konstruktionsgeometrie von Rotor und Stator ebenfalls zu einem ruhigeren Betrieb beiträgt.

### **Das richtige Design festlegen**

Die Auswahl der richtigen Nut- und Polkombination für bürstenlose Gleichstrommotoren erfordert ein umfassendes Verständnis der Anforderungen der spezifischen Anwendung. Durch die Berücksichtigung von Faktoren wie Polzahl, Nuten, Wicklungsfaktoren und Rastmoment können Ingenieure Motoren entwickeln, die optimale Leistung, Effizienz und Zuverlässigkeit bieten.

Die kundenspezifische Anpassung auf der Grundlage dieser Parameter stellt sicher, dass bürstenlose Gleichstrommotoren eine optimale Leistung für die jeweilige Anwendung liefern und eine effiziente und präzise Bewegungssteuerung bieten.

**Bildtexte:**

**Bild 1:** Portescap entwickelt Motoren, die entsprechend den anwendungsspezifischen Anforderungen optimale Leistung, Effizienz und Zuverlässigkeit bieten.



**Bild 2:** Ein bürstenloser Gleichstrommotor bietet in Kombination mit einer externen elektronischen Steuerung auch eine präzise Drehzahl- und Drehmomentmodulation, weshalb er ideal für Anwendungen ist, die eine präzise Bewegung erfordern.

Das mit dieser Pressemitteilung zur Verfügung gestellte Bildmaterial darf nur in Zusammenhang mit diesem Text verwendet werden und unterliegt dem Urheberschutz. Bitte wenden Sie sich an DMA Europa, wenn Sie eine Bildlizenz für die weitere Verwendung benötigen.

## Über Portescap

Portescap bietet die breiteste Palette von Miniatur- und Sondermotoren in der Branche. Diese umfasst kernlose Bürsten-DC-Motoren, bürstenlose DC-Motoren, Can-Stack-Schrittmotoren, Getriebe, digitale Linearantriebe und Scheibenmagnet-Technologien. Unsere Produkte lösen seit mehr als 70 Jahren vielfältige Aufgaben in der Antriebstechnik in einem breiten Anwendungsspektrum in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften, Instrumentierung, Automation sowie in der Luft- und Raumfahrt.

Portescap hat Produktionszentren in den Vereinigten Staaten und Indien und nutzt ein globales Produktentwicklungsnetzwerk mit Forschungs- und Entwicklungszentren in den Vereinigten Staaten, China, Indien und in der Schweiz.

Weitere Informationen: [www.portescap.com](http://www.portescap.com)

### **Press contact:**

#### **Portescap**

Nicole Monaco

Global Marketing Manager

Tel.: +1 404.877.2534

[Portescap.sales.europe@regalrexnord.com](mailto:Portescap.sales.europe@regalrexnord.com)

### **PR agency:**

#### **DMA Europa**

#### **Will Condie**

Progress House, Great Western Avenue, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

[will.condie@dmaeuropa.com](mailto:will.condie@dmaeuropa.com)

[news.dmaeuropa.com](http://news.dmaeuropa.com)