

Verbesserung der Motorleistung durch innovatives Rotordesign

27 February 2025

Bürstenlose Gleichstrommotoren (BLDC) werden häufig in medizinischen, Luft- und Raumfahrt- sowie industriellen Automatisierungsanwendungen eingesetzt. Ihr spezifisches Design spielt eine bedeutende Rolle für die Motorleistung. Es optimiert die Motorkonstruktion für spezifische Anwendungen, um OEMs zu garantieren, dass sie eine optimale Leistung und Zuverlässigkeit erzielen. Auch Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen spielen eine entscheidende Rolle bei der Weiterentwicklung dieser Designoptionen.

Die F&E-Ingenieure von Portescap, Chetan Kale und Smitesh Vangalwar, erläutern die Außenrotorkonstruktion.

BLDC-Motoren werden häufig zur Maximierung von Effizienz und Drehmomentdichte spezifiziert, und offene Rotorkonstruktionen können diese Kapazitäten noch erweitern. Wärmeentwicklung kann diese Leistung zwar einschränken, aber spezifische Konstruktionen können dazu beitragen, die Wärmeableitung zu unterstützen. Nicht jedes OEM-Projekt erfordert dieses Maß an Analyse, aber die Entwicklungen des F&E-Teams von Portescap tragen dazu bei, neue Technologien in allen Miniaturmotoranwendungen voranzutreiben.

Leistungssteigerung

Im Vergleich zu ihren bürstenbehafteten Gegenstücken können bürstenlose Motoren einen höheren Wirkungsgrad sowie ein höheres Drehmoment und eine höhere Kraftdichte erreichen. Dies gilt insbesondere für BLDC-Motoren mit Außenrotor. In dieser Konfiguration dreht sich die Rotor-Magnet-Baugruppe um die Außenseite des Stators und dessen Wicklungen, die das Zentrum des Motors bilden.

Im Gegensatz zur herkömmlichen Motorkonstruktion, bei der sich der drehende Rotor in der Mitte des Motors befindet, kann die Außenrotoranordnung ein höheres Drehmoment erzielen, das sich aus dem größeren Rotordurchmesser ergibt. Wichtig ist auch, dass ein Motor mit Außenrotor den Wirkungsgrad optimieren kann. Dies liegt vor allem an der größeren Rotorfläche in Kombination mit der äußeren Position, die eine bessere Wärmeabfuhr ermöglicht.

Auch wenn Energieverluste durch Faktoren wie Vibrationen bei der Konstruktion und Spezifikation von BLDC-Motoren berücksichtigt werden sollten, sind Wärmeverluste doch die häufigste und in der Regel die größte Herausforderung. Wärmeverluste verringern nicht nur den Wirkungsgrad, sondern sind auch ein Hauptfaktor für vorzeitige Motorausfälle.

Wärmeentwicklung

Mechanische Verluste, einschließlich Lagerreibung, sowie der Luftwiderstand, der durch den Außenrotor entsteht, tragen zur Wärmeakkumulation bei. Der bedeutendste Faktor sind jedoch die Kupferverluste, die sich aus dem Widerstand der Kupferwicklungen des Stators ergeben. Der andere Hauptbeitrag zur Wärmeentwicklung ist den Eisenkernverlusten des Motors zu schulden, die durch Oberschwingungsflüsse oder wechselnde Magnetfelder verursacht werden, einschließlich Hysterese- und Wirbelstromverluste.

Um die Auswirkungen der Wärmeentwicklung zu bekämpfen, können Konstruktionstechniken mit Außenrotor in Betracht gezogen werden, die die Wärmeableitung erhöhen. Tatsächlich war dies ein Projekt, an dem das F&E-Team von Portescap arbeitete, und das typisch für die Entwicklung neuer Motordesigns ist, sowie für die Beantwortung spezifischer Kundenherausforderungen.

Um den optimalen Ansatz zu testen und zu identifizieren, verglich das Team ein traditionelles, geschlossenes Außenrotordesign mit einem offenen Nutenrotor, der eine zusätzliche Belüftung bieten würde. Ein drittes Design wurde ebenfalls in Betracht gezogen und umfasste ein integriertes Flügelrad in Kombination mit einem offenen Nutenrotor, das die Belüftung möglicherweise noch weiter verbessern könnte.

Prüfung von Rotorkonstruktionen

Während die Kupferverluste des Stators den größten Beitrag zur Motorwärme leisten, tragen alle anderen Verlusttypen zum thermischen Widerstand des Motors bei. Dieser wird mathematisch durch die Bauweise des Motors und die Drehzahlvariablen bestimmt. Wenn die Drehzahl konstant ist und die Last ansteigt, verhalten sich die Eisen- und mechanischen Verluste tendenziell konstant, wobei der Temperaturanstieg hauptsächlich auf Kupferverluste zurückzuführen ist.

Bei äquivalentem Wärmewiderstand kann das maximale Drehmoment bei jeder Drehzahl anhand von Werten an einem bestimmten Lastpunkt berechnet werden. Nach der Aufzeichnung der Temperatur und des äquivalenten Widerstands an verschiedenen Datenpunkten kann ein genaues Leistungsdiagramm, einschließlich Drehzahl vs. Drehmoment, erstellt werden.

Zum Vergleich der Leistungsmerkmale von geschlossenen Rotoren, offenen Nutenrotoren und Rotoren mit integriertem offenen Flügelrad brachte das Forschungsteam mit einem Dynamometer Drehmoment auf den Motor auf. Der Temperaturanstieg der Spule wurde überwacht, bis jeder Motor seine stationäre, thermisch stabile Temperatur erreicht hatte.

Drehmomentanstieg

Die drei Motorausführungen wurden bei Drehzahlen von 0 bis 8.000 U/min in Schritten von jeweils 2.000 U/min getestet. Leistungsverlust und thermischer Widerstand jedes Motors bei festgelegten Drehzahlen wurden dann auf der Grundlage des gemessenen Widerstands, des Stroms und der stabilen Spulentemperatur berechnet.

Die Studie zeigte, dass der thermische Widerstand sowohl des offenen Nutenrotors als auch des Rotors mit integriertem Flügelrad mit zunehmender Drehzahl schnell abnahm. Während der Wärmewiderstand des geschlossenen Rotors bei Drehzahlen bis zu 3.000 U/min zunächst leicht abnahm, stieg er ab 5.000 U/min drastisch an.

Die Auswirkungen dieses thermischen Widerstands auf die Drehmomenterzeugung waren signifikant. Der Austausch des geschlossenen Rotors durch einen offenen Nutenrotor erhöht das maximale Drehmoment von 54 mNm auf 80,5 mNm bei 8.000 U/min, was einer Erhöhung der Drehmomentkapazität von 47 % entspricht. Der Test zeigte, dass die integrierte Flügelradkonstruktion die maximale Drehmomentkapazität mit 113 mNm bei 8.000 U/min noch weiter erhöhte, was eine weitere Steigerung von 40 % im Vergleich zum offenen Rotordesign bedeutete.

Bei der Betrachtung der Leistung zeigte die Darstellung des maximalen Drehmoments im Verhältnis zur Drehzahl auch, dass die Konstruktion mit offenem Rotor die Gesamtleistung erhöhen konnte, während die integrierte Flügelradkonstruktion die Leistung in Watt erheblich steigerte.

F&E erzielt optimales Design

Oft benötigen OEMs maßgeschneiderte Bewegungslösungen, um die Leistung ihrer spezifischen Anwendung zu optimieren. Doch auch in diesen Fällen sind möglicherweise nicht immer gesonderte Prüfprojekte wie die Analyse des Wärmewiderstands und der Wärmeableitung erforderlich. Oftmals bestätigt bereits die jahrelange Forschungs- und Entwicklungsarbeit die ideale Motor- und Bewegungslösung für die gegebenen Bedingungen.

Testsituationen wie diese zeigen jedoch, dass spezifische Designs in maßgeschneiderten Projekten analysiert werden können, um das optimale Ergebnis für die gegebenen Bedingungen und Arbeitspunkte zu liefern. Darüber hinaus fließen die Erkenntnisse aus solchen Projekten in die gesamte Entwicklung der Motorentechnologie bei Portescap ein, wovon alle Kunden profitieren. Dies ist der Vorteil der Zusammenarbeit mit einem vertrauenswürdigen Experten für Miniaturmotoren mit jahrzehntelanger Erfahrung in maßgeschneiderten Bewegungssteuerungslösungen.

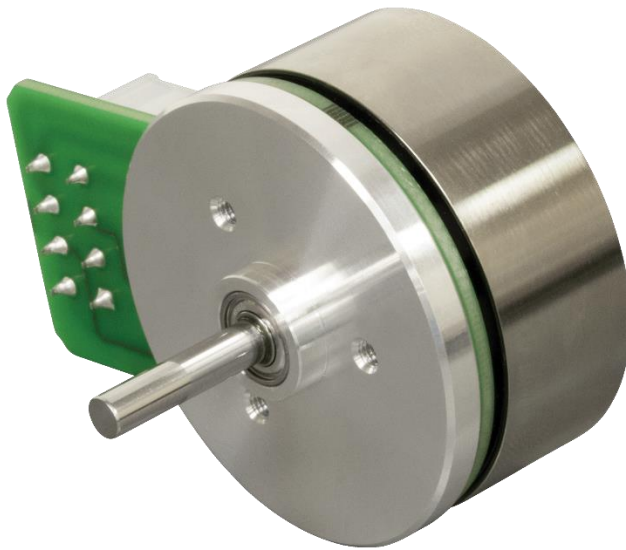
Bildtexte:

Bild 1: BLDC-Motoren von Portescap werden häufig zur Maximierung von Effizienz und Drehmomentdichte spezifiziert, und offene Rotorkonstruktionen können diese Kapazitäten noch erweitern.

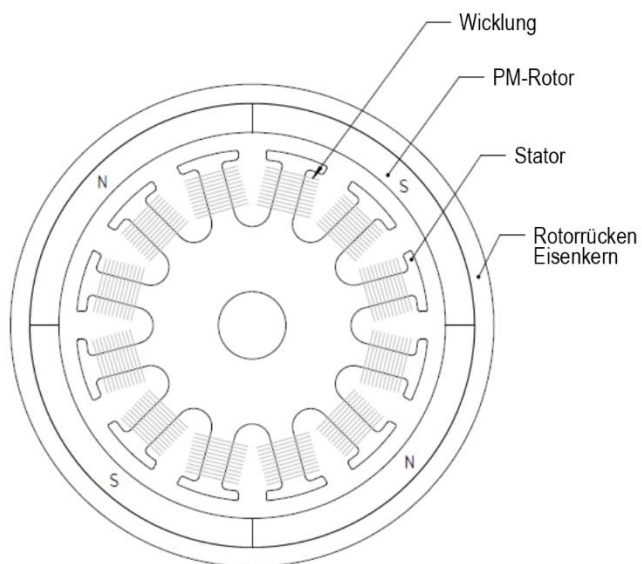


Bild 2: Motor mit Außenrotor

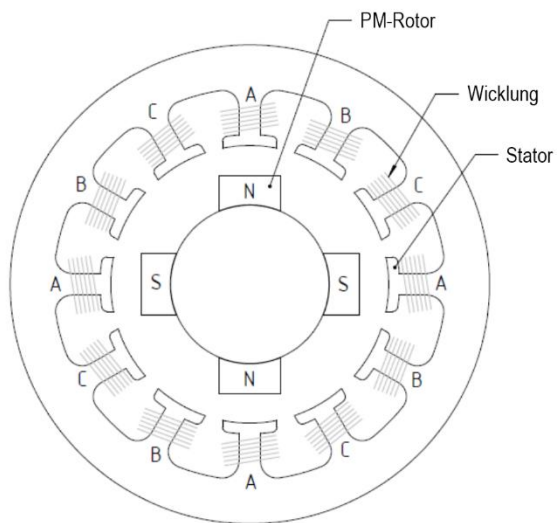


Bild 3: Motor mit Innenrotor

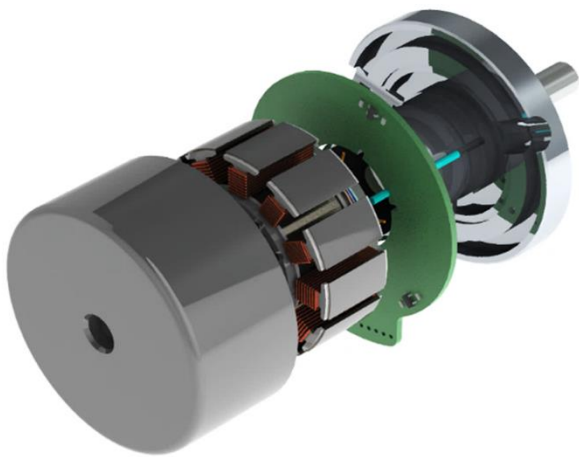


Bild 4: 3D-Explosionszeichnung eines Motors vom Typ geschlossener Rotor.

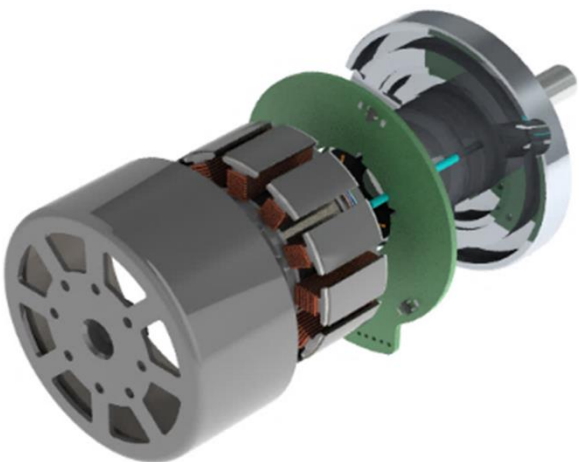


Bild 5: 3D-Explosionszeichnung eines Motors mit offenem Nutenrotor.

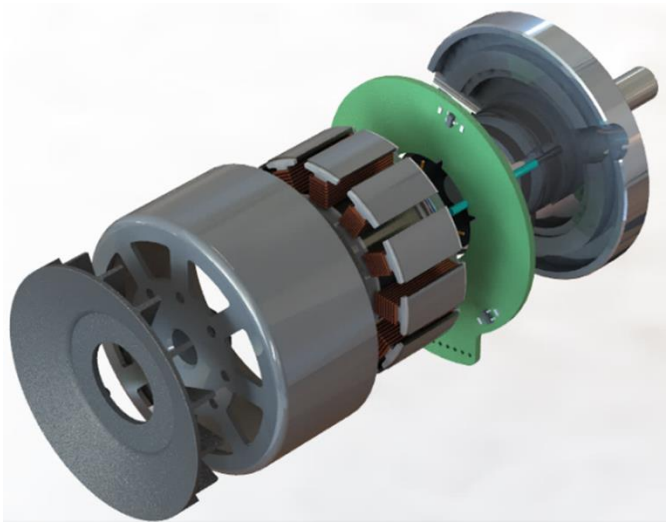


Bild 6: 3D-Explosionszeichnung eines Motors vom Typ Rotor mit integriertem Flügelrad

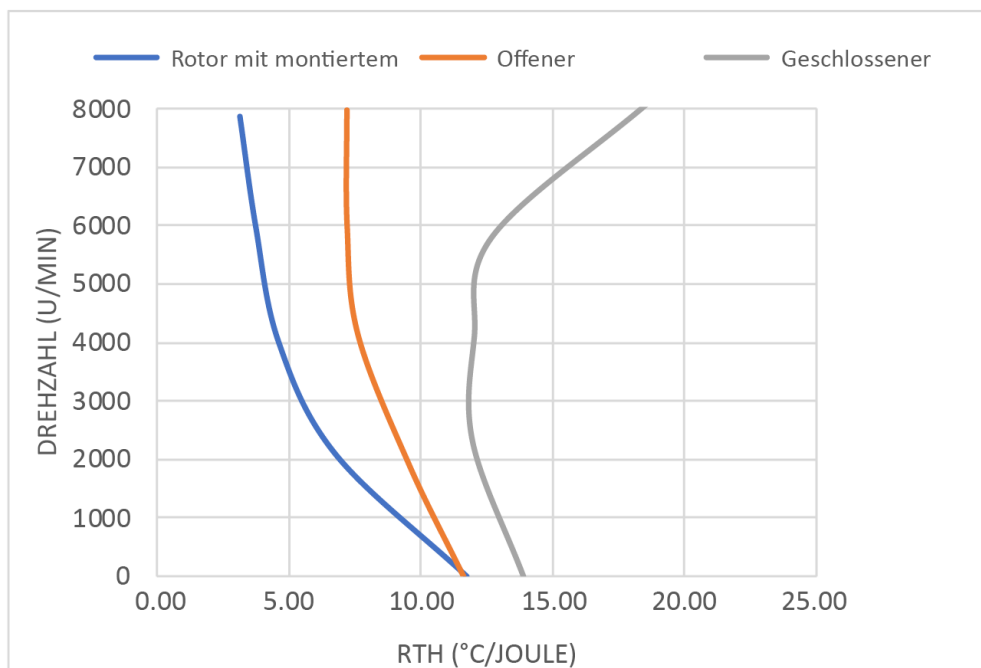


Bild 7: Vergleich des thermischen Widerstands zwischen geschlossenem Rotor, Rotor mit offenen Nuten und Rotor mit integriertem Flügelrad

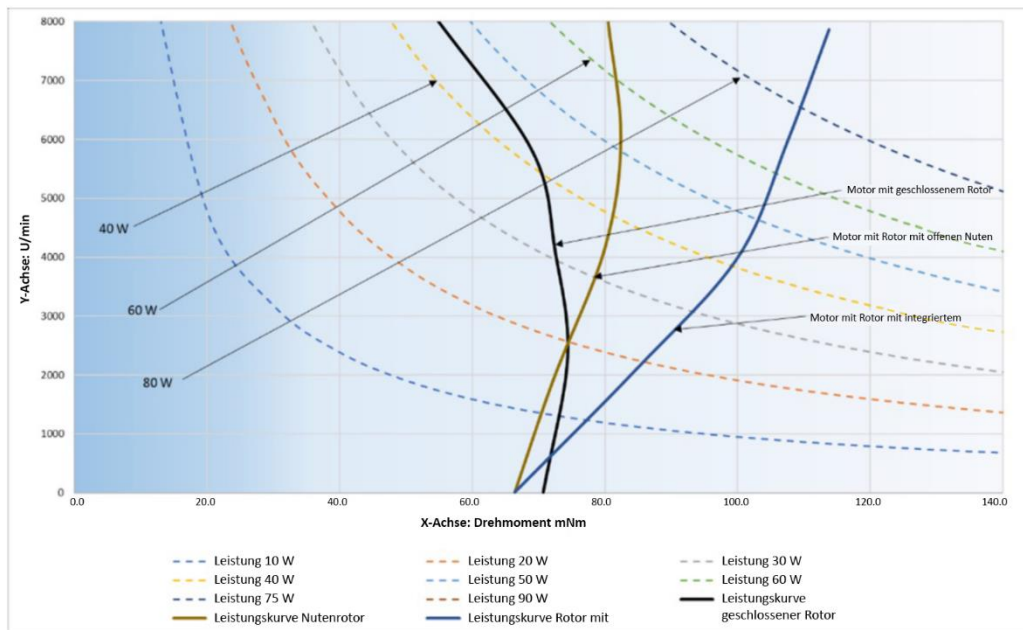


Bild 8: Leistungsvergleich zwischen geschlossenem Rotor, Rotor mit offenen Nuten und Rotor mit integriertem Flügelrad

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

Press contact:

Portescap

Katie Guiler

Digital Marketing Specialist III

Tel.: 678-612-8592

Portescap.sales.europe@regalrexnord.com

PR Agency:

DMA Europa

Anne-Marie Howe

Progress House, Midland Road, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

anne-marie.howe@dmaeuropa.com

news.dmaeuropa.com