

Whitepaper

BLDC Motor nach Axialflussprinzip überzeugt auf kleinem Bauraum



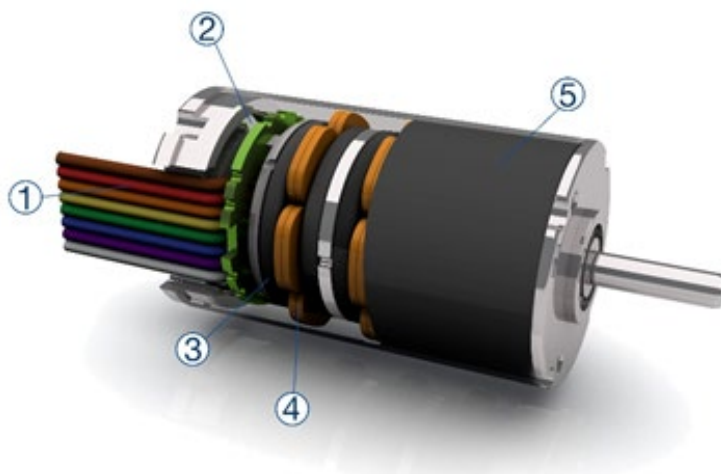
**Stefan Tröndle |
Product Manager DC Motors & Gearboxes
Dunkermotoren GmbH**

Man hört ihn nicht, man sieht ihn kaum, selbst bei Berührung kann man ihn nur erahnen. Was ist das? Eine Fragestellung, die anders, als in Märchen mit einem realen Produkt für die Antriebstechnik beantwortet wird - dem eisenlosen DC-Motor BGA 22, welcher nach dem Axialflussprinzip aufgebaut ist.

Gesucht und gefunden wurde in den Laboren von Dunkermotoren nach einem Motor, der die Forderung nach hohem Drehmoment bei kleinem Baudurchmesser, Laufruhe und geringer Eigenerwärmung vereint. Der BGA 22 ist stark, leise und erwärmt sich selbst bei totaler Belastung kaum.

Das Funktionsprinzip:

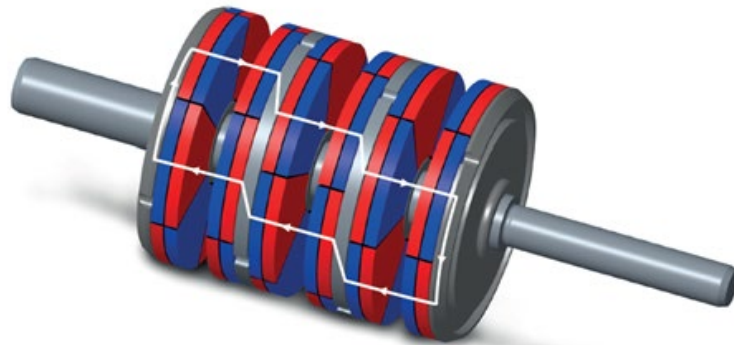
Beim Axialflussmotor bilden sich die magnetischen Felder in axialer Richtung, also parallel zur Motorwelle aus, während bei klassisch gebauten Motoren sich das Magnetfeld radial ausbildet. Der Motor ist eisenlos aufgebaut, Rastkräfte und Ummagnetisierungsverluste werden dadurch eliminiert bzw. stark reduziert. Dieses Grundprinzip ist bereits von den sogenannten „Printed Motors“ bekannt, die unter anderem in der Unterhaltungselektronik Anwendung finden. Jedoch werden bei Dunkermotoren mehrere Kombinationen von Wicklung und Permanentmagneten hintereinander gestapelt. Der Aufbau ist [Grafik 1](#) zu entnehmen.



Grafik 1: Aufbau des Motors

1. Cable
2. Hall-PCB
3. Magnet plate
4. Winding plate
5. Housing

Dabei treten folgende Scheiben im Wechsel auf: Pos. 4 – die Scheibe trägt die Wicklung für eine Motorphase und ist mit dem Gehäuse verbunden und Pos. 3 – die Scheibe besteht aus Magneten die auf einer Stahlscheibe befestigt sind und sich mit der Motorwelle drehen. Die Magnete übertragen somit das Drehmoment auf die Welle und drehen sich mit dieser. Diese Stahlscheiben bilden eine solide Fixierung der Magnete auf der Welle und ermöglichen die Verdrehung der Magnete wodurch ein Verdrehen der 3 Wicklungsscheiben untereinander (zur Bildung der 3 Motorphasen) nicht mehr erforderlich ist, wodurch der Motoraufbau deutlich vereinfacht wird. Der magnetische Fluss ist in [Grafik 2](#) dargestellt.

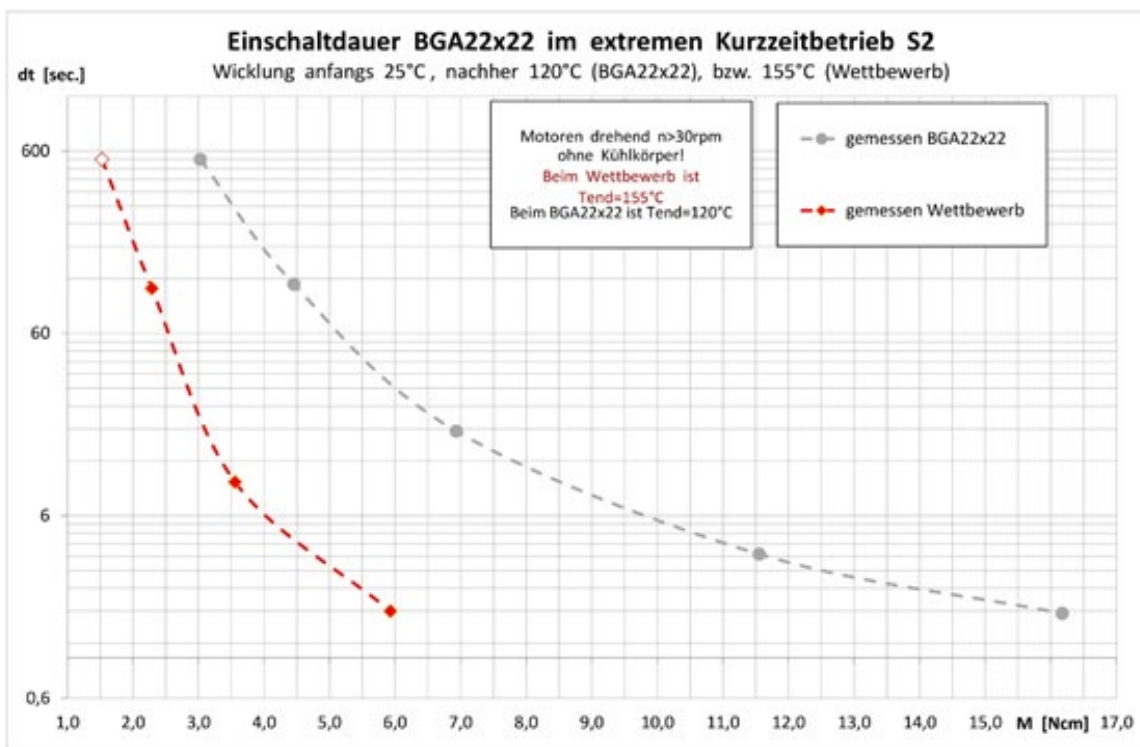


Grafik 2: Darstellung des Flusses

Da der Motor 3-phasig aufgebaut ist, werden mindestens drei solcher Stapel benötigt, um einen funktionsfähigen Motor zu erhalten. Über die Anzahl der Pakete mit je drei Stapeln ist es möglich, unter entsprechender Erhöhung der Baulänge die Leistungsfähigkeit des Motors bei gleichbleibendem Baudurchmesser zu erhöhen.

Was verleiht dem BGA 22 seine Kräfte?

Aufgrund des Axialflussprinzips hat das Gehäuse des BGA 22 lediglich die rein mechanische Aufgabe, den Motor in seiner Form zu halten. Daher kann das Gehäuse selbst sehr dünnwandig aufgebaut sein. Dies ermöglicht den Magnetscheiben mit einem größeren Durchmesser versehen zu sein. Eisenlose Motoren anderer Bauart brauchen für den radialen Fluss einen Rückschluss am Außendurchmesser aus ferromagnetischem Material, welcher den Durchmesser reduziert, auf dem das Motor-Drehmoment aufzubauen ist. Da also beim Axialflussprinzip die magnetischen Kräfte auf einem größeren Durchmesser wirken, kann mit relativ wenig Magnetmaterial ein großes Drehmoment erzeugt werden. Dies sorgt für Materialeinsparung im Sinne einer nachhaltigen Bauweise und senkt somit die Abhängigkeit von Rohstofflieferanten für Neodym und Dysprosium. Wer auf der Suche nach einer hohen Leistungsdichte ist, kann aus dem vorhandenen Portfolio eine Auslegung wählen, die die Motor-Drehzahl nach oben schraubt und mit dem passenden Planetengetriebe wieder auf die gewünschte Drehzahl reduziert. Die Effizienz, die dem BGA 22 durch das Axialflussprinzip gegeben ist, sorgt für eine hohe Überlastfähigkeit im Kurzzeitbetrieb. Wie dem Nogramm [Grafik 3](#) zu entnehmen ist, erwärmt sich der Motor deutlich langsamer, als konventionell aufgebaute eisenlose Motoren gleicher Baugröße und Form.



Grafik 3: Nomogramm Erwärmung

Der praktische Nutzen wird erkennbar, wenn es gilt, hohe Lasten in größeren Zeitabständen zu bewegen. Als Beispiel dient eine verglaste und somit schwere Balkontüre aus der Verriegelungslage zu heben und öffnen. Der Motor, welcher in den Türrahmen integriert und somit auf den Durchmesser 22 mm begrenzt ist, wird dabei mit dem 3-fachen Nennmoment also ca. 6 Ncm belastet. Wenn man von einer Start-Temperatur von 25°C ausgeht, erreicht der herkömmlich gebaute Motor bereits nach weniger als zwei Sekunden in seiner Wicklung die Grenztemperatur von 155°C während der BGA 22 erst nach 30 Sekunden die Grenztemperatur von nur 120°C erreicht. Der BGA 22 kann demnach 15-mal solange das 3-fache Nennmoment liefern und erreicht nicht die Grenztemperatur des vergleichbaren Motors von 155°C.

Was ermöglicht die hohe Laufruhe des BGA 22?

Da der BGA 22 zu den BLDC-Motoren zählt, sind im Aufbau des Motors keine Bürsten vorhanden. Fehlende Rastkräfte und eine ebenso fehlende Ummagnetisierung ermöglichen gemeinsam mit dem bürstenlosen Aufbau eine extrem hohe Laufruhe. Einzig die Kugellager und die Kommutierung sind während des Betriebs wahrnehmbar, wenn auch nur kaum. Integriert in ein Gerät dürfte es dem Anwender schwer fallen zu beurteilen, ob der Motor in Betrieb ist oder nicht. Theoretisch betrachtet hat der BGA 22 auch keine Unwucht. In der Praxis entsteht durch Fertigungstoleranzen eine kleine Unwucht. Diese kann in manchen Anwendungen toleriert werden, in der Regel wird der Rotor jedoch auf eigens dafür entwickelten Maschinen feingewuchtet. Resultierend daraus, läuft der Motor schwingungsarm und gibt an sein Umfeld z.B. an das Gehäuse, welches ihn umgibt, quasi keine Schwingungen ab. Das Gerät bleibt ruhig und zeigt bei Variation der Drehzahl, bereits bei einfacher Block-Kommutierung keine Resonanzerscheinungen. Die in dieser Baugröße eher selten anzutreffende Vektor-Kommutierung verbessert das Verhalten zusätzlich.

Warum erwärmt sich der BGA 22 nicht so stark, wie vergleichbare Motoren seiner Baugröße?

Ungleich anderen eisenlosen Motoren gleicher Baugröße, liefert der BGA 22 eine hohe Leistungsdichte bei relativ niedrigen Temperaturen in der Wicklung. Hersteller, welche die Bauweise der freitragenden Wicklung bevorzugen, gehen einher mit der Temperaturklasse F (155°C). Dunkermotoren konnte diese auf die Klasse E, welche einer Temperatur von 120°C entspricht, begrenzen. Durch die gute Wärmeabfuhr ist dies möglich. Die Wicklungen, die heißeste Stelle im Motor, sind direkt mit dem Gehäuse wärmeleitend verbunden. Zwischen der Wicklung und der Außenwelt gibt es somit keinen wärmeleitenden Luftspalt. Die Wärme wird so optimal abgeführt. Ein weniger heiß betriebener Motor, ermöglicht eine verlängerte Lebenszeit der Kugellager und bietet in der Anwendung mehrfachen Nutzen. Anbauten wie Getriebe und Encoder, die aus dem Dunkermotoren- Baukasten zur Verfügung stehen, werden weniger belastet, was eine längere Lebensdauer ermöglicht. Sonstige verwendete Materialien sind nicht einer so hohen Temperatur ausgesetzt und können daher unter anderem Gesichtspunkt wie bspw. der Anschaffungskosten optimiert werden. Geräte, in denen ein BGA 22 integriert ist, bleiben im Betrieb kühler, was für den Anwender im Falle einer direkten Berührung mit dem Motor für eine angenehme Haptik sorgt. Ziel bei Dunkermotoren ist es, diesen Motor auch in eine sterilisierbare Version weiterzuentwickeln. Seine geringe Erwärmung wird man dann bei der Berührung mit Zellgewebe zu schätzen wissen und ihn bei temperaturempfindlichen Anwendungen bevorzugt einsetzen.

Fazit:

Mit dem BGA 22 ist ein bürstenloser eisenloser Motor am Markt der großen Belastungen ausgesetzt werden kann, mit einer hohen Laufruhe überzeugt und sich weniger erwärmt, als bisher bekannte Motoren mit vergleichbaren Abmessungen. Mit der verfügbaren Wicklungsvarianz und dem modularen Baukasten lässt er sich auf fast jede Anwendung auslegen und konfigurieren.

Ihr Kontakt für Public Relations:

Janina Dietsche | janina.dietsche@ametek.com

Tel.: +49 (0)7703/930-546