
IAA 2023: ZF kommt mit E-Motor ohne Magnete und seltene Erden

ZF entwickelt einen E-Motor ohne Magnete. Im Unterschied zu heute schon verfügbaren magnetfreien Konzepten sogenannter fremderregter E-Motoren wird beim „In-Rotor Inductive-Excited Synchronous-Motor“ (I2SM) von ZF die Energie für das Magnetfeld über einen induktiven Erreger innerhalb der Rotorwelle übertragen. Das führt zu einem einzigartig kompakten Motor mit höchster Leistungs- und Drehmomentdichte. Diese weiterentwickelte Variante eines fremderregten Synchronmotors (FSM) ist damit eine Alternative zu den so genannten permanentmagneterregten Synchronmaschinen (PSM).

PSM sind aktuell die am häufigsten bei E-Fahrzeugen eingesetzten Motoren. Sie basieren allerdings auf Magneten, zu deren Herstellung Seltene Erden notwendig sind. „Mit diesem magnetfreien E-Motor ohne Seltene Erden haben wir eine weitere Innovation, mit der wir unser elektrisches Antriebsportfolio konsequent auf nachhaltige, effiziente und ressourcenschonende Mobilität trimmen“, sagt Dr. Holger Klein, Vorstandsvorsitzender von ZF. „Und wir sehen derzeit keinen Wettbewerber, der diese Technologie so kompakt beherrscht wie ZF.“ Im Vergleich zu gängigen FSM-Systemen können durch den induktiven Erreger die Verluste bei der Energieübertragung in den Rotor um 15 Prozent reduziert werden. Außerdem kann der CO₂-Footprint in der Herstellung, die bei PSM-E-Motoren besonders durch Magnete mit Seltenen Erden entsteht, um bis zu 50 Prozent gesenkt werden. Der Verzicht auf Seltene Erden spart in der Produktion nicht nur Ressourcen, sondern verringert auch die Abhängigkeiten in den Lieferketten.

„Dieser einzigartig kompakte Elektromotor ohne Magnete ist ein eindrucksvoller Beleg für unsere Strategie, E-Antriebe vor allem durch Effizienzsteigerungen ressourcenschonender und nachhaltiger zu machen“, sagt Stephan von Schuckmann, Mitglied des Vorstands. Dabei setze ZF auf effiziente 800-Volt-Siliziumkarbid-Technologie und verzichte gleichzeitig auf Seltene Erden ohne die Abmessungen oder das Gewicht zu erhöhen.“ Im Vergleich zu PSM treten keine Schleppverluste durch Permanentmagnete auf. Dies ermöglicht in bestimmten Betriebspunkten wie langen Autobahnfahrten mit hoher Drehzahl einen besseren Wirkungsgrad.

Damit sich das Magnetfeld im Rotor durch Strom statt durch Magnete aufbaut, sind beim FSM-Konzept aktuell in den meisten Fällen noch Schleif- oder Bürstenelemente notwendig, die zu Kompromissen zwingen: Es ist ein trockener, also für die Ölkühlung nicht zugänglicher Bauraum mit zusätzlichen Dichtungen notwendig. Dadurch nehmen die herkömmlichen FSM axial rund 90 mm mehr Raum in Anspruch. Infolgedessen können Hersteller bei ihrer Modellplanung in der Regel nicht flexibel und ohne zusätzlichen Aufwand zwischen PSM- und FSM-Varianten variieren.

Um diese Vorteile fremderregter Synchronmaschinen wettbewerbsfähig anbieten zu können, hat ZF die bauartbedingten Nachteile gängiger fremderregter Synchronmaschinen ausgeglichen. Besonders die Drehmomentdichte konnte durch ein innovatives Rotordesign gegenüber dem Stand der Technik deutlich gesteigert werden. Durch die bauraumneutrale Integration des Erregers in den Rotor entstehen keine axialen Bauraumnachteile. Zudem führt eine Leistungsdichtesteigerung im Rotor zu einer Verbesserung der Performance.

Technologische Voraussetzung für die ZF-Innovation ist die induktiv, also kontaktlos Übertragung der Energie in den Rotor, wo sie mittels Spulen ein Magnetfeld erzeugt. Damit benötigt die I2SM keine Bürstenelemente oder Schleifringe. Des Weiteren besteht keine Notwendigkeit mehr, diesen Bereich durch Dichtungen trocken zu halten. Wie bei permanentmagnetisierten Synchronmaschinen wird der Rotor durch umfließendes Öl effizient gekühlt. Verglichen mit gängigen fremderregten E-Maschinen benötigt die ZF-Einheit bis zu 90 Millimeter weniger axialen Bauraum. Im Hinblick auf die Leistungs- und Drehmomentdichte agiert die ZF-Innovation dagegen auf dem Niveau einer PSM.

ZF plant, die I2SM-Technologie zur Serienreife zu entwickeln und als Option innerhalb der eigenen E-Antriebsplattform anzubieten. Kunden aus dem Pkw- und Nutzfahrzeugsegment können für ihre jeweiligen Anwendungen zwischen einer Variante mit 400-Volt-Architektur oder mit 800-Volt-Architektur wählen. Letztere setzt auf Siliziumkarbid-Chips in der Leistungselektronik. (aum)

Bilder zum Artikel



ZF i2SM-Motor.

Foto: Autoren-Union Mobilität/ZF
