

Geprägte Flussbarrieren für effiziente Elektromotoren

Ausgangssituation und Motivation

Der voranschreitende Klimawandel erfordert effiziente und ressourcenschonende Antriebssysteme. Im Mobilitätssektor stellen elektrische Antriebe eine Kerntechnologie im Umgang mit diesen Anforderungen dar. Die Steigerung der Effizienz elektrischer Maschinen kann daher dazu beitragen, die Emissionen dieses Sektors zu reduzieren. Elektroblech auf Eisen-Silizium Basis bildet aufgrund seiner ferromagnetischen Eigenschaften, in dünnen Lamellen gestapelt, den magnetischen Kern elektrischer Maschinen und ist damit maßgebend für deren Effizienz.

Kompromisse im Rotor: mechanische Festigkeit und Flussführung

Moderne elektrische Synchronmaschinen stellen hohe Anforderungen an die Führung des magnetischen Flusses in den Rotor- und Statorblechpaketen. Diese nicht kornorientierten Elektrobleche werden typischerweise durch Scherschneiden erzeugt und dann pakettiert. Eine starke magnetische Kopplung zwischen Rotor und Stator ist dabei für eine hohe Drehmomentdichte essenziell. Besonders bei permanentmagneterregten Synchronmaschinen (PMSM) und Synchron-Reluktanzmaschinen (SynRM) ist eine hohe magnetische Anisotropie des Rotors zur Bildung des Drehmoments notwendig. Diese Anisotropie wird konventionell über schergeschnittene Aussparungen, sogenannte Flussbarrieren, erzeugt. Diese Flussbarrieren führen jedoch zu einer mechanischen Schwächung des Rotors, da die Fliehkräfte des Rotors dann vollständig auf die verbleibenden dünnen Stege wirken.

Gezielte Nutzung von Eigenspannungen zur Flussführung

In vorangehenden Untersuchungen des Konsortiums der TU München und der RWTH Aachen konnte bereits gezeigt werden, dass das gezielte Einbringen von Eigenspannungen durch Prägen geeignet ist, um Flussbarrieren zu erzeugen. Die lokale Absenkung der Permeabilität, also die Stärke der Flussbarriere, hängt dabei von Prozessparametern wie der Prägegeometrie, Pragemuster und Prägekraft ab. Die Gegenüberstellung geprägter und konventionell durch Scher-

schneiden erzeugter Flussbarrieren zeigte dabei ähnliche magnetischer Eigenschaften. Gleichzeitig konnte durch das Ersetzen von Ausschnitten durch geprägte Flussbarrieren eine erhebliche Steigerung der mechanischen Festigkeit erzielt werden.

Vom Labormaßstab zur Anwendung im Serienrotor

Ziel dieses Forschungsvorhaben ist es, die Erkenntnisse der vorangegangenen Projektphasen auf den Anwendungsfall eines Serienrotors zu übertragen. Dies geschieht gemeinsam mit dem Industriepartner Mubea. Dafür wird zunächst ein Serienrotor mit einem Referenzmaterial nachgebaut und dann auf dieser Grundlage dessen Geometrie mit geprägten Flussbarrieren weiterentwickelt. Nach der Forschungshypothese weist dieser Innovationsrotor dann bei gleichen Dimensionen eine vergleichbare magnetische Kopplung zwischen Rotor und Stator auf, besitzt aber eine gesteigerte mechanische Festigkeit und somit eine höhere maximal zulässige Drehzahl und folglich ein gesteigerte Energiedichte.

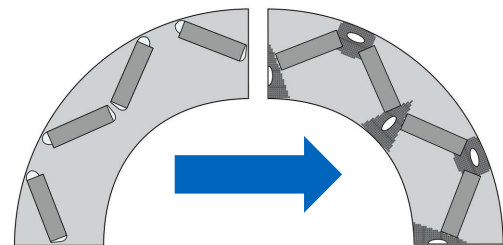


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Innovationsansatzes. Konventionelle Flussbarrieren werden durch gleichartige aber kleinere Aussparungen mit geprägten Flussbarrieren ersetzt.