Elektrische Maschinen und Antriebe

H. Neudorfer OVE, VDE, IEEE

Online publiziert am 18. März 2016
© Springer Verlag Wien 2016

Univ.-Prof. Dr. phil. Dr. techn. habil. Harald Neudorfer

Leistungselektronik und Regelungstechnik sowie durch spezielle Bauformen elektrischer Maschinen, aber auch durch neue Werkstoffe, wie z. B. Hochenergie-Permanentmagnete und Siliziumcarbid-Halbleiter.

Große Anstrengungen in der Weiterentwicklung von elektrischen Gesamtsystemen basieren auf dem Ziel der Wirkungsgradverbesserung. Dabei werden auch bei Maschinen kleiner Leistungsklassen die Einzelverluste noch präziser berechnet. Dies ist allerdings nur dann möglich, wenn man den elektrischen Antrieb als multiphysikalisches Gesamtsystem betrachtet. Neben der elektromagnetischen Auslegung werden dabei auch die mechanische, thermische, strömungstechnische und die geräuschtechnische Auslegung berücksichtigt. Dies hat zur Folge, dass nicht nur der klassische Elektrotechniker, sondern auch der Maschinenbauer, der Strömungstechniker oder ganz allgemein der Physiker in das Design des elektrischen Antriebes eingebunden wird.

Die positive Weiterentwicklung auf dem Gebiet der elektrischen Maschinen und Antriebe ist an den Technischen Universitäten auch an der Anzahl an Studentinnen und Studenten dieser Fachrichtung deutlich erkennbar. Die vor 10 bis 15 Jahren gängige Meinung, dass auf dem Gebiet der elektrischen Maschinen keine großartigen Weiterentwicklungen stattfinden, hat sich nicht bewahrheitet. Vor allem die Automobilindustrie benötigt durch den in Zukunft immer bedeutungsvolleren Einsatz von elektrischen Antriebssystemen für Elektro- und Hybridstraßenfahrzeuge genügend bestens ausgebildete Ingenieurinnen und Ingenieure.

In Österreich gibt es viele universitäre Institute bzw. Studienrichtungen an Fachhochschulen, die sich mit elektrischen Maschinen und Antrieben wissenschaftlich beschäftigen. Neben der Technischen Universität Wien und der Technischen Universität Graz wird an der Montanuniversität Leoben, an der Donau-Universität Krems, der Universität Linz und an vielen weiteren Standorten eingehend auf diesem Gebiet geforscht. Weiters gibt es wie zum Beispiel mit dem AIT (Austrian Institute of Technology) auch außeruniversitäre Einrichtungen, deren wissenschaftliche Mitarbeiter sich unter anderem mit dem Thema „Elektrische Maschinen und Antriebe“ beschäftigen.

Auf der anderen Seite gibt es in Österreich einige namhafte Firmen, deren Entwicklung und Produktion sich mit elektrischen Maschinen und Antrieben auseinandersetzen. Exemplarisch möchte ich die Firmen ELIN Motoren GmbH, Voith Turbo GmbH, Thien E-Motoren GmbH und Andritz Hydro GmbH nennen. In all diesen Firmen, die in Österreich einen Standort besitzen, entwickeln hochqualifizierte Ingenieure neue Antriebssysteme für weltweite Anwendungen.

Im Jänner 2016 hat am Institut für Elektrische Antriebstechnik und Maschinen der Technischen Universität Graz (Vorstand Univ.-Prof. Dr. Annette Mütze) ein Initialmeeting für die Bildung einer österreichweiten Plattform auf dem Gebiet der elektrischen Maschinen und Antriebe stattgefunden. Dieses Fachkomitee hat sich zur Aufgabe gestellt, dieses Themengebiet verstärkt zu forcieren. Eine Aktivität wird ein Treffen der Antriebstechnikbranche im Herbst 2016 in Wien sein. Unter dem Titel „More drive 2016 – Megatrend Effizienz in Industrie und Mobilität“ sollen Experten wissenschaftliche und praxisrelevante Vorträge präsentieren. Die vom OVE organisierte Veranstaltung soll ein eindeutiges Signal aller im deutschsprachigen Raum ansässigen wissenschaftlichen Einrichtungen und Firmen auf dem Gebiet der elektrischen Antriebstechnik setzen. Geplant ist weiters, dass je nach Wunsch der Präsentatoren die Vorträge in Textform in der e&i-Ausgabe 2/2017 in den Rubriken „Originalarbeiten“ oder auch „Praxis und Wissen“ veröffentlicht werden. Dadurch wird dem interessierten Zuhörer die Möglichkeit gegeben, die wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse der Vorträge einige Wochen später nachzulesen.

Für das vorliegende e&i-Heft mit dem Themengebiet der elektrischen Maschinen und Antriebe wurde durch die sehr große Resonanz unter den angeschriebenen Fachleuten eine Vielzahl von Beiträgen eingesendet. Für die große Anzahl an hochwertigen Papers und die Bereitschaft des Herausgebers, ein Heft mit 11 Originalbeiträgen zu gestalten, möchte ich mich als Heftkoordinator bei allen Beteiligten sehr herzlich bedanken. Dies ist ein starkes Lebenszeichen der entsprechenden Institute an den deutschsprachigen Technischen Universitäten und der einschlägigen Industrie.

Herold, Franck, Schröder, Böhmer und Hameyer beschreiben ein Modell zur Berechnung der Schallemissionen von elektrischen Maschinen unter Einfluss der Leistungselektronik, der digitalen Regelung, der Sensorik, aber auch toleranzbehafteter Geometrien elektrischer Maschinen sowie elektromagnetischer Materialeigenschaften. Eine Bewertung des akustischen Verhaltens im Auslegungsprozess wird mittels Validierung anhand von Körperschallmessungen aufgezeigt.

An und Binder präsentieren den Entwurf einer Permanentmagnet-Synchronmaschine (PSM) für ein Mittelklasse-Hybrid-Elektrofahrzeug mittels elektromagnetischer, mechanischer und thermischer Finite-Elemente-Methode mit hoher Dauerleistungsdichte aufgrund einer intensivierten Flüssigkeitsmantelkühlung. Versuche an einer aufge-

Neudorfer, Harald, Traktionssysteme Austria GmbH, Brown Boveri Straße 1, 2351 Wiener Neudorf, Österreich (E-Mail: Harald.Neudorfer@traktionssysteme.at)

bauten Prototypmaschine verifizieren die Berechnungen messtechnisch und zeigen thermische Reserven auf.

Neubauer und *Neudorfer* optimieren in ihrem Beitrag Verbindungsstege im Rotorblech von PSM hinsichtlich mechanischer und elektromagnetischer Eigenschaften unter Berücksichtigung tatsächlicher Betriebszustände. Zusätzlich wird eine Methode vorgestellt, um bereits bei der Auslegung von PSM-Generatoren die Verwendung von passiven Gleichrichtern zu berücksichtigen.

Löhlein und *Huth* diskutieren den Einsatz von Duplexstahl als Läuferaktivteil für PM-Synchronmotoren bei hohen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit. Der Entwurf eines Prototyps wird beschrieben, und das stationäre Betriebsverhalten des Funktionsmusters wird im direkten Vergleich von FEM-Simulation und experimenteller Erprobung diskutiert.

Wild und *Neudorfer* stellen eine Berechnungsmethode vor, um bei luftgekühlten, gekapselten und thermisch hoch beanspruchten Traktionsasynchronmaschinen die Kühllochgeometrie kühlungstechnisch und elektromagnetisch zu optimieren. Messungen zur Verifikation werden präsentiert.

Springmann und *Gratzfeld* präsentieren den Einsatz von asynchronen Langstatorlinearmotoren mit außergewöhnlich großem Luftspalt für die Energieversorgung von oberleitungslosen Abschnitten bei Straßenbahnen.

Misir, *Dobbert* und *Ponick* stellen einen, auf FEM Berechnungsergebnissen des Luftspaltleitwertes aufbauenden, analytischen Ansatz zur Berechnung von Schenkelpolsynchronmaschinen vor. Dabei werden sowohl die Wicklungsfelder als auch die parametrischen

Felder, d. h. die über die Schwankungen des Luftspaltleitwertes erregten Feldwellen, erfasst.

Hackbart beschreibt eine Methodik zur Bestimmung von Läufer- und Ständerströmen im dreiphasigen Stoßkurzschluss von Turbogeneratoren großer Leistung. Die vorgestellte analytische Gleichung des Rotorstromverlaufs wird dabei einem Finite-Elemente-Modell gegenübergestellt.

Hofer, *Izaak* und *Schrödl* untersuchen die sensorlose Regelung einer Synchron-Reluktanzmaschine unter Einsatz des INFORM-Verfahrens bei kleinen Drehzahlen und Stillstand, sowie eines EMK-Modells für höhere Drehzahlen.

Schulz, *Müllner*, *Neudorfer*, *Tissen* und *Schülting* zeigen mit Hilfe eines optimierten Zusammenspiels zwischen Umrichter und Motor die Reduktion des Energieverbrauchs von Traktionsantrieben über das Fahrspiel. Insbesondere werden die positiven Effekte einer Flussabsenkung im Teillastbetrieb und die Auswirkung verschiedener Pulsmuster auf den Wirkungsgrad präsentiert.

Gemaßmer, *Klöffer*, *Veigel* und *Doppelbauer* stellen eine hochdynamische Stromregelung für hoch ausgenutzte PSM vor. Die Sättigungseigenschaften hinsichtlich Maschinenkennlinien und Drehmomenteinprägung werden dargelegt.

Zum Abschluss des Vorwortes möchte ich mich nochmals bei allen Autoren bedanken. Ziel dieser Beiträge ist es, den interessierten Leserinnen und Lesern den Reiz und die Besonderheiten von elektrischen Antrieben näherzubringen und dabei ihre Begeisterung für dieses Fachgebiet zu wecken.