Optimierung des Betriebsverhaltens von elektrischen Maschinen

„Wir sind vom FEM-Einsatz absolut überzeugt."

Die Dr.-Ing. Ernst Braun GmbH – Entwicklung elektrischer Maschinen, Antriebe und Steuerungen – entwickelt elektrische Maschinen für mittelständische Betriebe und namhafte, weltweit agierende Großunternehmen. Ziel der Auslegungen ist ein optimal angepasstes Betriebsverhalten unter Einbeziehung neuester Entwicklungstrends.

Dr. Walter Braun (links) und sein Bruder Dr. Michael Braun leiten das von ihrem Vater gegründete Unternehmen.

Dabei umfasst das Leistungsspektrum des 1962 von Dr.-Ing. Ernst Braun gegründeten Unternehmens die elektromagnetische und strukturmechanische Berechnung, die Konstruktion und Fertigungsberatung sowie den Prototypenbau und auch die Prüfung der elektrischen Maschinen. Die Redaktion des CADFEM Journals sprach mit Dr.-Ing. Walter Braun – der gemeinsam mit seinem Bruder Dr.-Ing. Michael Braun das Unternehmen leitet – über die elektromagnetische und mechanische Simulation zur Optimierung der Maschinen.

Wie sehen Sie die Entwicklung im Bereich der Elektromotoren?

Dr. Walter Braun: Obwohl die ersten Elektromotoren schon vor über 170 Jahren genutzt wurden, ist bis heute kein Abflachen der Entwicklungskurve erkennbar. Stand früher ein möglichst geringer Materialeinsatz im Mittelpunkt, liegt heute der Fokus auf der Effizienz, also einem hohen Wirkungsgrad. Für unsere elektrische Berechnungsarbeit bedeutet dies eine immerwährende Herausforderung. Einerseits müssen wir die verwendeten Theorien immer weiter verfeinern und in selbst geschriebenen konventionellen Programmen entsprechend umsetzen. Andererseits ist der verstärkte Einsatz von FEM-Simulationen für Feldberechungen aus unserer Entwicklungsarbeit nicht mehr wegzudenken. Insgesamt betreuen wir zusammen mit unseren langjährigen und qualifizierten Mitarbeitern über 500 Hersteller von elektrischen Maschinen und Geräten, in denen elektrische Maschinen verwendet werden.

Wie positioniert sich Ihr Unternehmen als Dienstleister im Markt?

Dr. Walter Braun: Seit über 50 Jahren passen wir die Blechschnitte an die jeweiligen Maschinenanforderungen an. So können wir heute auf den Einsatz von etwa 8000 Blechschnitten für Asynchronmaschinen und 3000 für permanentmagneterregte Maschinen zurückgreifen, die von uns entwickelt wurden. Selbstverständlich werden auch alle anderen Maschinenarten, zum Beispiel Reluktanzmotoren, bei uns dimensioniert. Zusätzliche Sicherheit gibt uns unsere langjährige und umfassende Erfahrung, aufgrund der wir eigentlich immer interpolieren können und nicht extrapolieren müssen, egal ob es um Fragen der Drehzahl oder des Drehmoments geht. Für einen Ingenieurdienstleister eher ungewöhnlich ist unser Labor mit sieben unterschiedlichen Prüfständen, mit denen wir Motoren mit bis zu 50 kW und 30.000 1/min austesten können.

Selbst geschriebene konventionelle Programme und elektromagnetische FEM-Simulationen ergänzen sich bei der Entwicklungsarbeit.

Welche Anforderungen führten Sie zum Einsatz von FEM-Simulationen?

Dr. Walter Braun: Unsere konventionellen Berechnungsprogramme für elektromagnetische Felder sind zwar vielfältig einsetzbar, funktionieren aber bei komplexen Bauweisen nicht. Beispiele dafür sind Kühllöcher oder Abflachungen, der Einsatz vergrabener Magnete oder wenn wir Polausläufe ohne konstante Luftspalte verwenden. Vorhandene Engstellen können weder strukturmechanisch noch elektromagnetisch mit konventionellen Programmen sinnvoll berechnet werden. Deshalb haben wir uns schon 1991 dazu entschlossen, in Simulationsprogramme für Magnetfeldberechnungen zu investieren. Seit über 15 Jahren setzen wir nun ANSYS Maxwell ein, da uns die Leistungsfähigkeit dieses Tools absolut überzeugt hat.

Gleichzeitig hat sich in Verbindung mit der Einführung von 3D-CAD-Systemen der Einsatz von strukturmechanischen FEM-Berechnungen mit ANSYS förmlich angeboten. Nach und nach wurde die Kopplung von elektromagnetischen Berechnungen mit mechanischen Simulationen immer weiter ausgebaut. Wenn es um vergrabene Magnete geht, ist sowohl die mechanische Festigkeit speziell bei hohen Drehzahlen ausschlaggebend als auch die elektromagnetische Optimierung, damit möglichst wenig Magnetfluss verloren geht.

Können Sie den Nutzen der FEM-Simulation an einem konkreten Kundenbeispiel verdeutlichen?

Dr. Walter Braun: Für unseren langjährigen Partner Kienle + Spiess, Anbieter von Stanz- und Druckgießteilen für elektrische Motoren und Generatoren, haben wir eine komplette Reihe von permanentmagneterregten Maschinen für die Baugrößen 56 bis 250 entwickelt. Dabei wurden im Stator die Schnitte berücksichtigt, die wir in der Vergangenheit schon für Asynchronmotoren verwendet haben. Denn für letztere sind sehr häufig Einziehwerkzeuge vorhanden, mit denen die Statoren maschinell bewickelt werden können.

Bei der elektromagnetischen FEM-Simulation der neu entwickelten Maschinen mit der Software Maxwell wurden die Rotoren mit den vergrabenen Magneten so ausgelegt, dass sie ein möglichst niedriges Rastmoment haben. Das war eine besondere Herausforderung, da wir an den Statoren keine Schrägung anbringen wollten. Denn dies ist die Voraussetzung, um die Einziehwerkzeuge weiter zu verwenden. Mit der Maxwell-Simulation waren wir in der Lage, unsere Zielvorgaben zu erreichen, die Rastmomente vorsehen, die kleiner als zwei Prozent des Nennmomentes sind.

Welche Trends sehen Sie bei der Entwicklung der Simulationstechnologie?

Dr. Walter Braun: Rückblickend ist die Steigerung der Leistungsfähigkeit bei den FEM-Berechnungen durch Hardware und Software beeindruckend. Die Ergebnisse liegen heute meist in wenigen Minuten vor, wie wir es früher nur von unseren konventionellen Programmen gewohnt waren. Folglich nutzen wir bei Maxwell immer mehr die 3D- statt der 2D-Berechnung. Kombiniert mit der Kopplung von Elektromagnetik- mit Strukturmechanik-Simulationen erhalten wir genauere Ergebnisse, können aufgrund der feineren Vernetzung mehr Details betrachten und somit gesicherte Aussagen treffen.

Wir haben Simulationen von Anfang an in den frühen Phasen der Entwicklung eingesetzt. Aber heute können wir mehr Varianten in kurzer Zeit berechnen und vielfältige Anforderungen aus der Praxis bei der Simulation berücksichtigen. Deshalb ist der Stellenwert der FEM-Simulation kontinuierlich gewachsen und wird dies auch weiterhin tun.

Dr.-Ing. Braun

InfoUnternehmen
Dr.-Ing. Ernst Braun GmbH
www.braun-inst.de

InfoAnsprechpartner | Dr.-Ing. Ernst Braun
Dr. Walter Braun
braun@braun-inst.de

InfoAnsprechpartner | CADFEM
Eugen Kistner
Tel. +49 (0) 711-99 07 45-54
ekistner@cadfem.de

Bilder: Dr.-Ing. Braun