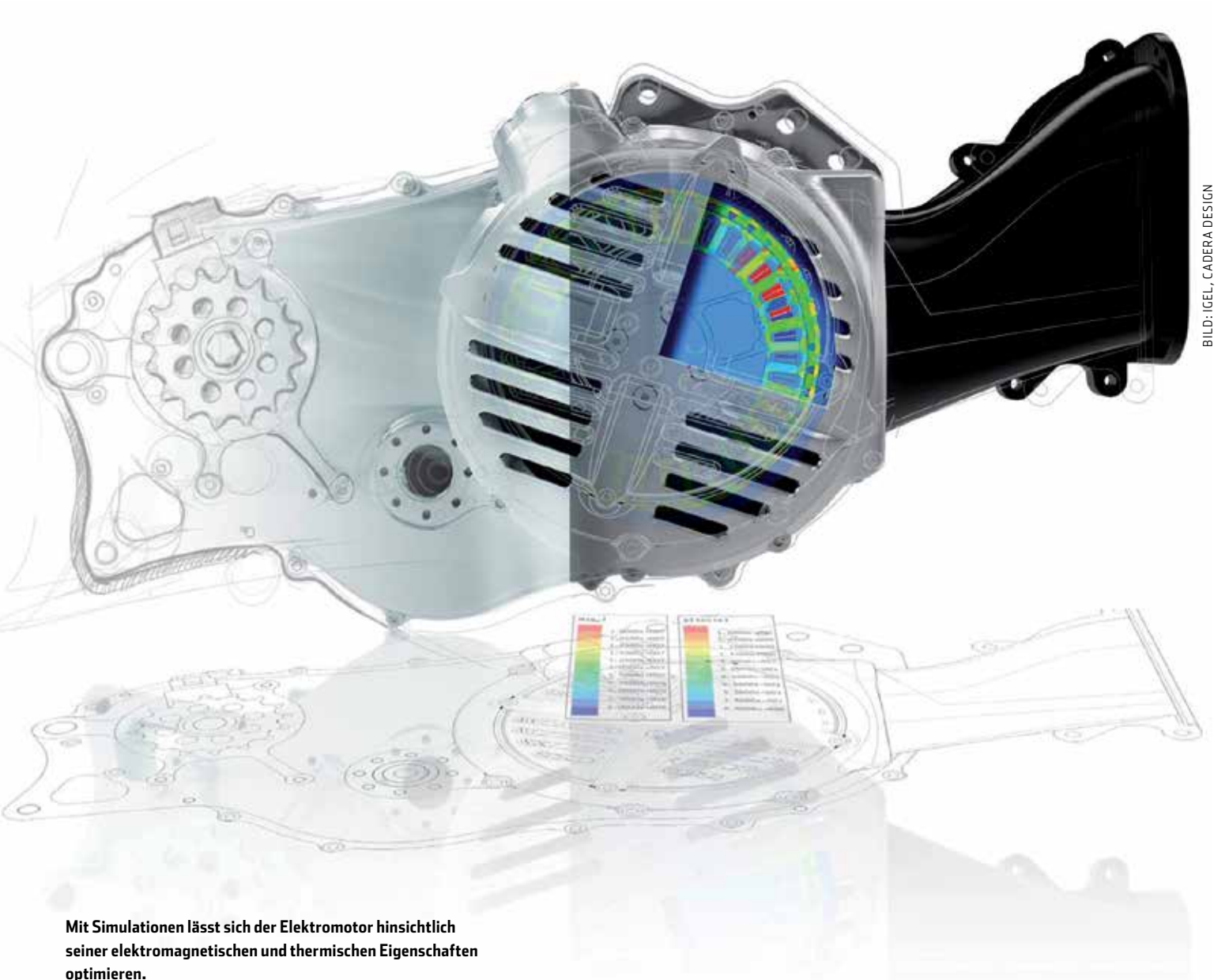


Mit voller Kraft voraus

Igel setzt auf den verstärkten Einsatz der Niedervolt-technologie für elektrische Fahrzeugantriebe. Multiphysik-Simulationen sorgen für die zuverlässige und schnelle Auslegung der Antriebe.



Mit Simulationen lässt sich der Elektromotor hinsichtlich seiner elektromagnetischen und thermischen Eigenschaften optimieren.

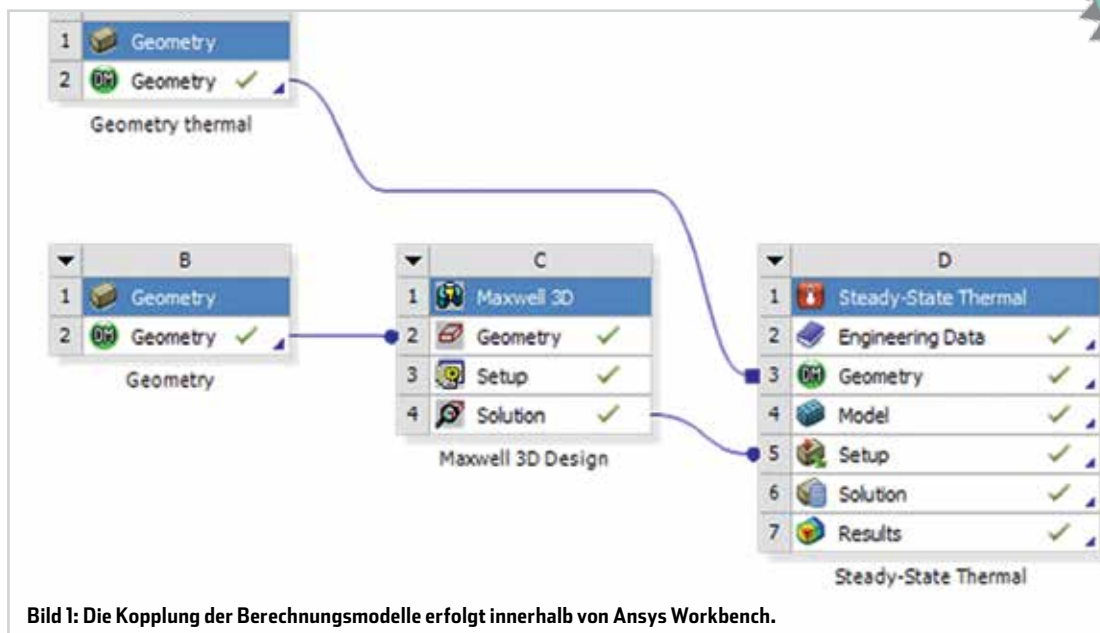


BILD: IGEI

Bild 1: Die Kopplung der Berechnungsmodelle erfolgt innerhalb von Ansys Workbench.

ZITAT

Die Igel AG setzt bei elektrischen Fahrzeugantrieben auf Niedervoltmotoren, die bezüglich Gewicht und Leistung optimiert sind. Basis für die Auslegung einer Antriebseinheit war ein auf den Motorradeinsatz optimierter NEF-Zyklus (Neuer Europäischer Fahrzyklus). Bei der Bereitstellung der notwendigen Leistung kommt es bei Elektromotoren durch die ohmschen Verluste sowie Eisen- und Reibungsverluste zu einer Wärmeentwicklung, die im schlimmsten Fall zur Überhitzung führt. Selbst eine kurzfristige Überschreitung der Höchsttemperatur könnte die elektronischen Bauteile, die Permanentmagnete und die Isolierstoffe nachhaltig schädigen. Um einen effizienten Antrieb bereitzustellen, muss der Überlastbereich der Motoren gezielt für die Abdeckung von Leistungsspitzen genutzt werden. So ist eine praxiserichte Kühlung unabdingbar.

Berechnungen miteinander verbinden

Bei der Auswahl einer geeigneten Berechnungssoftware fiel die Wahl auf Ansys. Besonders überzeugten die Ansys Produkte für Multiphysik und Systemsimulation, aber auch die gute Beratung durch die Firma Cadferm sowie deren umfassendes Unterstützungsangebot, das neben Support und Schulung auch Consulting-Dienstleistungen beinhaltet. Die Simulationssoftware erlaubt die Analyse komplexer multiphysikalischer Systeme mittels Kopplung unterschiedlicher physikalischer Disziplinen auf Feld- und Systemebene. Hierdurch lassen sich die elektromagnetischen Berechnungen des Motors, die mit Ansys Maxwell durchgeführt werden, mit der Strömungssimulation sowie der Berechnung des Temperaturfeldes koppeln, um die Ergebnisse für die Auslegung des Kühlsystems zu nutzen (Bild 1). Die Kombination der Simulationsmodelle aus unterschiedlichen Disziplinen führt zu einer genaueren und realitätsnäheren Berechnung als die losgelö-

„Ansys ermöglicht umfassende **numerische Berechnungen** der physikalischen Domänen. Durch die Kopplung der Simulationen erzielen wir **sehr genaue Ergebnisse**, die durch Messungen bestätigt werden.“

Christian Kunz, Leiter Kompetenzentwicklung bei der Igel AG

te Betrachtung eines einzelnen Effektes ohne Interaktion mit seiner Umwelt. Somit lässt sich das System gleichzeitig hinsichtlich seiner elektromagnetischen und thermischen Eigenschaften optimieren. Des Weiteren bietet Ansys mit der assoziativen CAD-Schnittstelle eine einfache Möglichkeit, verschiedene Varianten zu berechnen und die Daten direkt mit den entsprechenden CAD-Systemen auszutauschen. Dadurch wird der Entwicklungsprozess erheblich beschleunigt. Mit Maxwell steht innerhalb von Ansys Workbench eine FEM-Software zur Berechnung von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern bereit. Damit lassen sich die Simulationsanforderungen meistern, die für die von der Igel AG verwendeten Elektromotoren relevant sind, denn durch die genaue Berechnung der Verlustleistungsdichten kann die Wärmeentwicklung im Elektromotor sehr präzise vorhergesagt werden. Um von Anfang an mit einem praxiserichten Simulationsmodell arbeiten zu können, griffen die Entwickler von Igel auf das Know-how von Cadferm zurück. Entscheidend für die Qualität der Berechnung sind auch hier realitätsnahe Randbedingungen. Speziell die Materialeigenschaften, zum Beispiel von den verwendeten Blechpaketen, sind oft nur schwer zu bestimmen. Deshalb ist eine enge

AUTOR



Christian Kunz

Leiter Konzeptentwicklung,
Igel AG

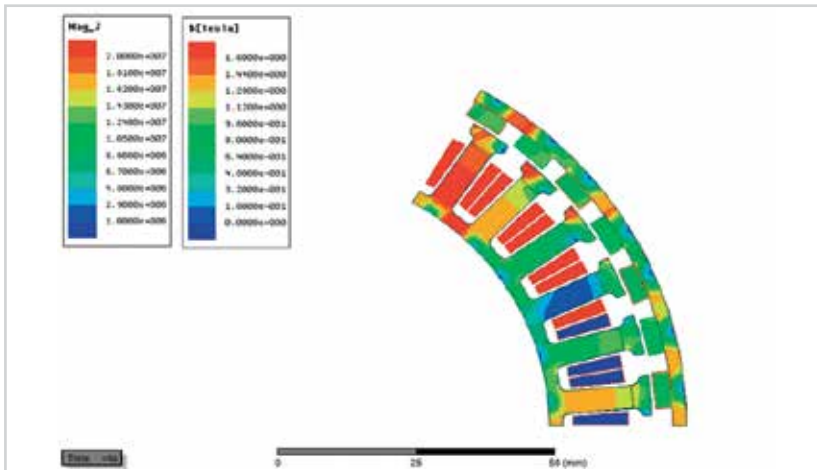


Bild 2: Bei der elektromagnetischen Auslegung der Antriebseinheit muss eine bestimmte Betriebszeit im Überlastbetrieb gewährleistet werden.

Kommunikation mit den jeweiligen Bauteillieferanten oder Komponentenherstellern notwendig. Beim Betrieb im Überlastbereich erreichen Stromdichte beziehungsweise magnetische Flussdichte relativ schnell nicht mehr akzeptable Grenzwerte (Bild 2). In diesem Arbeitsbereich ist eine effektive Wärmeabfuhr von den Spulen notwendig, um den Wirkungsgrad zu verbessern. Für die Auslegung der Antriebseinheit muss eine bestimmte Betriebszeit im Überlastbetrieb und somit eine ausreichende Kühlung sichergestellt werden. Zur Verifizierung der FEM-Berechnung wurden stationäre Betriebspunkte am Motor ausgewählt und am Prüfstand abgefahren. Die Messungen zeigten, dass die Berechnungsergebnisse den realen Gegebenheiten sehr nahe kommen. Bei der strömungstechnischen (CFD – Computational Fluid Dynamics) Auslegung und Dimensionierung des Kühlsys-

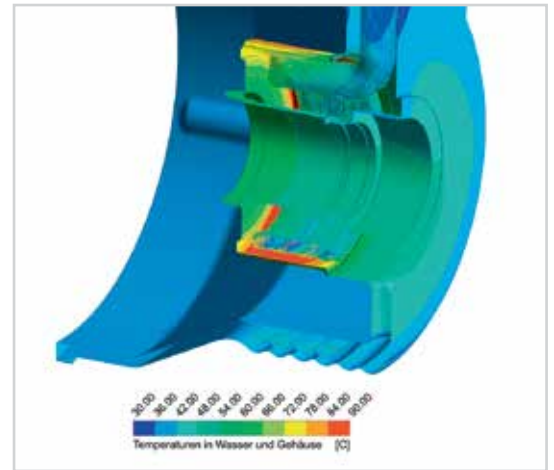


Bild 3: Das Bild zeigt die Simulation der Erwärmung des Gehäuses und des Kühlmittels.

BILDER: ICEL

WISSEN

Webinare geben Antworten auf wichtige Fragen

Welche Vorteile lassen sich durch eine simulationsgestützte Produktentwicklung erreichen? Was sind die Voraussetzungen dafür? Wie sieht der Simulationsprozess in der Praxis aus? Was ist für eine erfolgreiche Einführung im Unternehmen zu beachten? Wie kann im Unternehmen sichergestellt werden, dass mit der Simulation auch langfristig der gewünschte Nutzen erzielt wird? Antworten auf diese Fragen gibt das kostenlose, einstündige Cadfem-Webinar „Simulation in der Produktentwicklung? Legen Sie den ersten Gang ein!“ (www.cadfem.de/einstiegs-webinar)

Für Ingenieure aus Entwicklung und Konstruktion, die bereits Computersimulationen zur Absicherung physikalischer Eigenschaften nutzen, ist das Webinar „Simulation voll ausgeschöpft? Schalten Sie in den nächsten Gang!“ (www.cadfem.de/mehr-effizienz-webinar) von Interesse. Dieses zeigt auf, wie die Simulation im Produktentstehungsprozess noch effizienter eingesetzt werden kann. Beispielsweise lässt sich mit der Weiterentwicklung von Simulationsmodellen und der Optimierung von Prozessen die Realität noch detaillierter abbilden. Somit führt die Simulation zu einem schnellen Erkenntnisgewinn und einer sicheren Entscheidungsgrundlage.

tems setzt die Igel AG auf Ansys CFX. Da das erste Lösungskonzept, bei dem die Motoren mit Luft gekühlt wurden, in einigen Fahrsituationen nicht zu befriedigenden Ergebnissen führte, wurde eine Wasserkühlung für die Elektromotoren entwickelt. Hierzu wurden verschiedene Varianten von Wasserkanälen erstellt. Diese wurden unter strömungstechnischen Gesichtspunkten berechnet und hinsichtlich höherer Strömungsgeschwindigkeiten und geringer Druckverluste optimiert (Bild 3).

Die beiden Berechnungen – einerseits der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder, andererseits der Strömungsanalyse – wurden für die Bestimmung des Temperaturfeldes der Antriebseinheit zu Grunde gelegt. Hierbei muss letztendlich eine transiente Berechnung des Temperaturfeldes erfolgen, da die Leistungsentnahme im Fahrbetrieb nicht konstant ist und sich somit der Wärmestrom über die Zeit ändert. Mit dem gekoppelten Berechnungsmodell in Ansys und einem analytisch berechneten Fahrmodell konnte eine optimale Kühlung für die Antriebseinheit entwickelt werden.

Kopplung der Simulationen

Bei der Entwicklung der Antriebseinheit wurde Ansys nicht nur für die Kühlungslegung der Elektromotoren eingesetzt, sondern auch für Analysen in anderen Anwendungsbereichen genutzt. Unter anderem wurden die Kühlung der Akkus und die Bauteilfestigkeit des Akkugehäuses mit Ansys Workbench berechnet. Die Berechnungssoftware ermöglicht umfassende numerische Berechnungen für die verschiedenen physikalischen Domänen. Ein großer Zusatznutzen erschließt sich für die Entwickler bei Igel durch den problemlosen Zugriff auf das Know-how von Cadfem. Sowohl der Support als auch die Consulting-Dienstleistungen und das umfangreiche Schulungsangebot sind hervorzuheben. (mz)

Hannover Messe 2015: Halle 7, Stand B40

www.cadfem.de