

Elektromagnetische und strukturmechanische Auslegung von Aufzugsmaschinen

# Hoch hinaus – Laufruhe inklusive

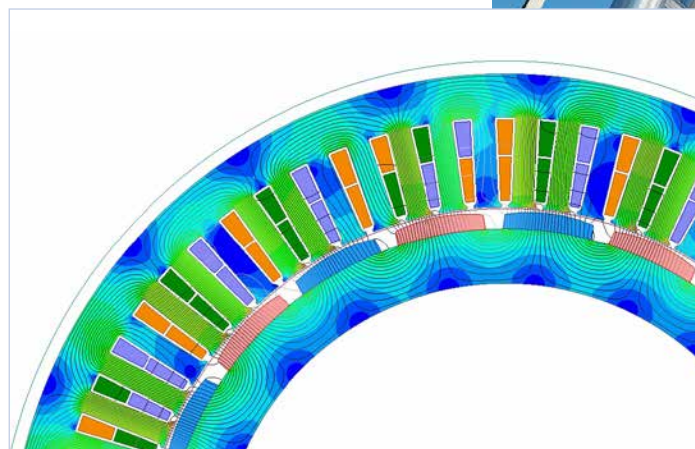
Höchster Komfort beim Aufzugfahren wird erreicht, wenn der Benutzer von der Beschleunigung beziehungsweise von Kraft- und Drehmomentänderungen kaum etwas spürt. Deshalb legt die WITTUR Electric Drives GmbH höchsten Wert auf Laufruhe und eine möglichst geringe Drehmomentwelligkeit ihrer Aufzugsmaschinen. FEM-Simulationen zur Berechnung des Magnetkreises und zur Festigkeitsanalyse dienen dazu, diese hochgesteckten Ziele zu erreichen.

**K**amen in früheren Zeiten für Aufzugantriebe oftmals Elektromotoren mit entsprechenden Getrieben zum Einsatz, so werden heute hauptsächlich Direktantriebe bevorzugt. Dies erlaubt eine sehr kompakte Bauweise. Die WITTUR Electric Drives GmbH in Dresden entwickelt und fertigt schon seit über 20 Jahren innovative Antriebslösungen für verschiedenste Einsatzgebiete.

Um die Innovationsfähigkeit weiter zu erhöhen, wurde im Jahr 2013 nach einer FEM-Software (Finite-Elemente-Methode) gesucht, mit der die elektromagnetische Maschinenauslegung optimiert werden konnte. Nachdem mehrere Simulationspakete unter die Lupe genommen worden waren, fiel die Entscheidung für die von CADFEM angebotene Software ANSYS Maxwell.

## Umfangreiche Funktionalität und kompetente Betreuung

Als Kriterien nennt Dipl.-Ing. Fanny Fischer, die mit der Auswahl und dem Test der Software betraut wurde, zwei Hauptaspekte: Einerseits die Unterstützung von mehreren physikalischen Domänen durch die ANSYS Software, da im zweiten Schritt die Einführung von strukturmechanischen Berechnungen geplant war. Andererseits die kompetente technische Betreuung durch



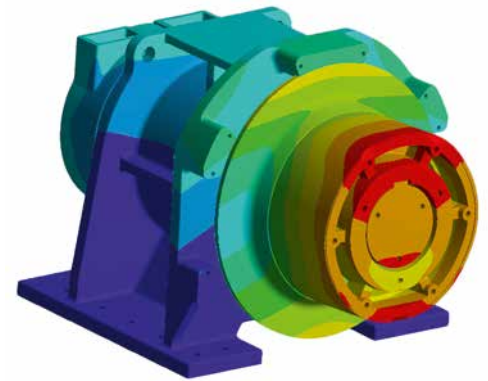
**Bild 1:** Numerische Simulation eines Magnetkreises.

CADFEM schon während der Testphase, sowohl durch die intensive Schulung als auch aufgrund des hervorragenden Supports, der alle auftretenden Fragen schnell und umfassend beantwortete.

Zielsetzung beim FEM-Einsatz war von Anfang an mehr Einblick in das elektromagnetische Verhalten der Maschinen zu bekommen (Bild 1). „Bei den Vorbetrachtungen lassen sich viele Aspekte analytisch berechnen“, erläutert Fanny Fischer. „Wenn es dann jedoch ins Detail geht, greife ich auf die Numerische Simulation mit Maxwell zurück, sodass ich heute rund 50 Prozent meiner Arbeitszeit mit FEM-Simulationen beschäftige bin.“ Ihr Aufgabengebiet umfasst die elektromagnetischen

Berechnungen für sämtliche Motoren, die neu entwickelt oder modifiziert werden, wobei sie vielfältige Ansätze zur Optimierung berücksichtigt.

Bei der Auslegung des Magnetkreises wird die Geometrie der Blechschnitte so geformt, dass im Betrieb hohe Laufruhe und geringe Drehmomentwelligkeit (Ripple) gewährleistet sind. „Auf Basis der Simulationsergebnisse haben sich Blechschnittgeometrien ergeben, die vorab nicht zu erwarten waren“, berichtet Fanny Fischer. „Indem ich scharfe Kanten mit Hilfe von Verrundungen modifizierte, konnte ich die Flussführung gezielt beeinflussen. Die sich daraus ergebende Sättigung des Eisens im Zahnkopf ließ sich mit der



**Bild 2:** Eine Aufzugmaschine in der Realität und als strukturmechanische Simulation.

rechnungsspezialisten von CADFEM haben mir immer weiter geholfen und neue oder einfachere Wege aufgezeigt“, betont sie. Auf jeden Fall hat sich der Simulationsaufwand durchaus gelohnt, denn die angestrebten Optimierungen konnten nicht nur virtuell nachgewiesen werden. Intensive Untersuchungen der Motorprototypen im Prüffeld bestätigen die Werte aus den Simulationen, beispielsweise zur Drehmomentwelligkeit. Das bestärkte alle Beteiligten darin, die Numerische Simulation mit ANSYS Maxwell als festen Bestandteil der magnetischen Motorauslegung weiter auszubauen.

### Einstieg in die strukturmechanische Berechnung

Aufgrund der positiven Erfahrungen bei der elektromagnetischen Simulation wurde auch der Weg der strukturmechanischen Berechnung mit ANSYS beschritten, unter anderem um die Festigkeit und Steifigkeit von Motorgehäusen zu untersuchen (Bild 2). Bei der Übertragung des Motordrehmoments auf die Kabine spielen Verformungen und Strukturspannungen eine besonders wichtige Rolle, denn trotz hoher Lasten sind die Komponenten des Gehäuses eng verbaut, sodass kleine Verformungen große Auswirkung haben können. Berühren sich stehende und bewegte Teile, werden Schwingungen in das Gesamtsystem induziert, die vorher durch die elektromagnetische Auslegung der Drehmomentwelligkeit weitgehend reduziert wurden.

Für die Entwicklung einer neuen Antriebsreihe war der Einsatz der strukturmechanischen Simulation besonders wichtig. Denn bei der Auslegung der geplanten Aufzugsmaschinen mit bis zu 1,4 Metern Durchmesser und damit deutlich größer als die bisherigen, konnte nur bedingt auf die vorhandenen Entwicklungserfahrungen zurückgegriffen werden. Das 2015 begonnene Entwicklungsprojekt wurde durch

CADFEM mit Beratungs- und Berechnungsdienstleistungen unterstützt. Zunächst erfolgte eine Grundlagenschulung von fünf Wittur-Mitarbeitern in der nahe gelegenen Chemnitzer Geschäftsstelle von CADFEM. Danach begann der Aufbau von Simulationsmodellen, wobei ein CADFEM Mitarbeiter in regelmäßigen Abständen bei Wittur vor Ort die Arbeit mit ANSYS unterstützend betreute, Verbesserungsvorschläge machte und Tipps für das weitere Vorgehen gab. Die vollständig vorbereiteten Simulationsmodelle wurden dann bei CADFEM berechnet, denn dort war eine höhere Rechenleistung verfügbar.

Mit den Simulationen konnte das am besten geeignete Lagerungskonzept gefunden werden: eine Variante mit innen liegender Treibscheibe, da somit die Wellendurchbiegung und Gehäusebelastungen relativ gering waren. Diese Variante wurde dann komplett auskonstruiert und wird zurzeit von CADFEM im Detail berechnet. Anschließend werden die Berechnungsdaten und die dafür erarbeiteten Workflows vollständig an Wittur übergeben. Für die Strukturmechanik wird von Wittur auch gerne das CADFEM Angebot „Simulation im Auftrag“ wahrgenommen, um temporäre Belastungsspitzen abzudecken, beispielsweise durch großen Auftragseingang.

FEM-Simulation für die Betriebspunkte sehr gut analysieren und optimieren, so dass damit die Drehmomentwelligkeit minimiert wurde.“

### Untersuchung des Überlastverhaltens

Mit der Untersuchung des Überlastverhaltens lässt sich die Entmagnetisierung der aus Seltenen Erden gefertigten Permanentmagneten überprüfen. Weil die Kosten für die Magnete relativ hoch sind, wird hier eine Minimierung des Materialeinsatzes angestrebt. Folglich sollen möglichst dünne Permanentmagnete verwendet werden. Jedoch darf bei Überlast das elektromagnetische Gegenfeld nicht zu groß werden, da es sonst die Permanentmagnete entmagnetisieren würde.

Besonders im ersten Jahr nach der Schulung hat Fanny Fischer den Support von CADFEM oft genutzt, wenn sie nicht mehr weiter wusste oder unsicher war, ob sie den richtigen Weg eingeschlagen hat. „Die Be-



**WITTUR**

#### InfoUnternehmen

WITTUR Electric Drives GmbH  
[www.wittur-edrives.de](http://www.wittur-edrives.de)

#### InfoAnsprechpartner | Wittur

Fanny Fischer  
[fanny.fischer@wittur.com](mailto:fanny.fischer@wittur.com)

#### InfoAnsprechpartner | CADFEM

Maren Stange  
Tel. +49 (0) 30-47 59 666-24  
[mstange@cadfem.de](mailto:mstange@cadfem.de)