

Das MKS-Programm bietet die Möglichkeit zur Lebensdauerberechnung unter Berücksichtigung von Dynamik und Interaktion aller Komponenten im Triebstrang.

# Trockentraining hilft

Lernen durch Versuch Irrtum funktioniert zwar erwiesener Maßen sehr gut, ist aber nicht immer die effizienteste Methode, um ans Ziel zu gelangen.

Dank moderner Technologien gibt es eine Ressourcen schonende Abkürzung: die Computer-Simulation. Ein geniales Hilfsmittel.

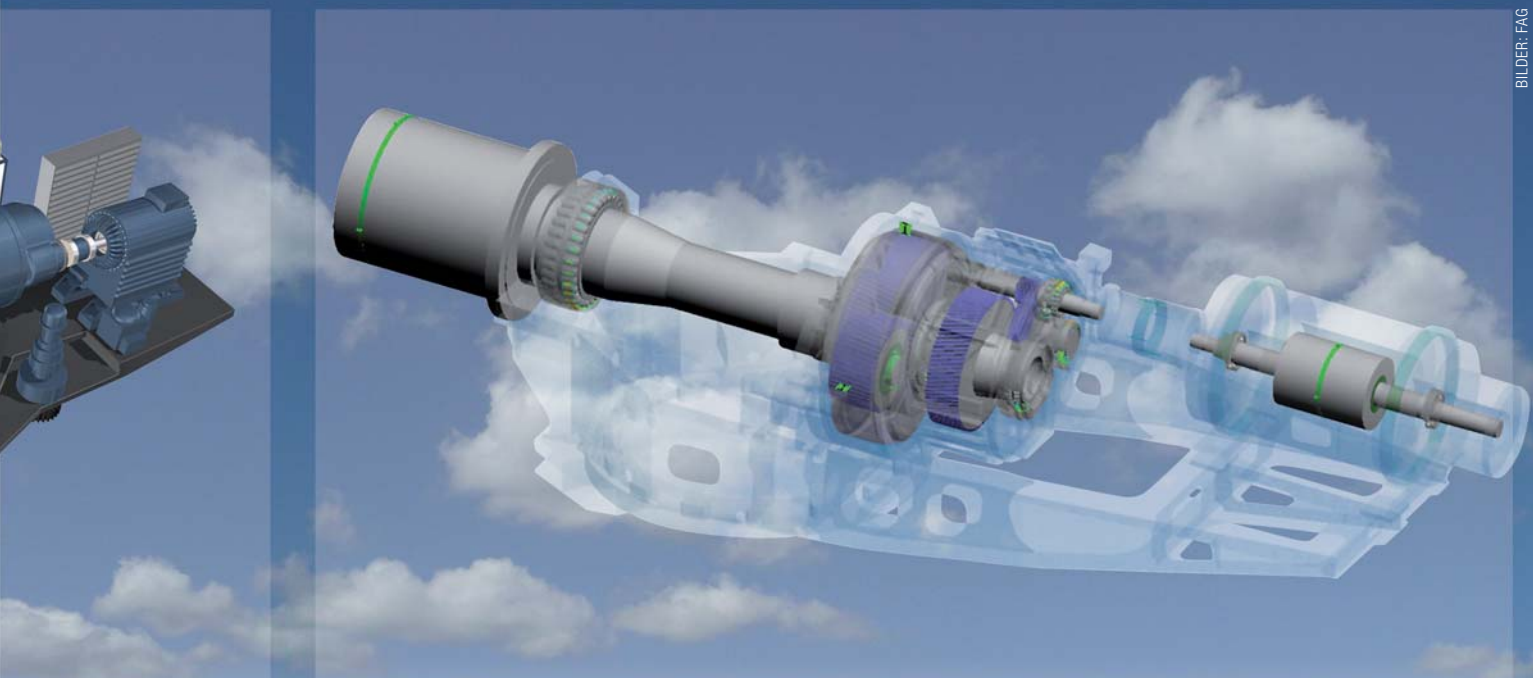
Denn sie deckt Fehler auf noch bevor sie gemacht werden.

**W**älzlagerungen in Windkraftanlagen weht teilweise ein heftiges Lüftchen entgegen. Sie bilden das Herzstück des Triebstrangs und damit der gesamten Anlagen, sind aber unterschiedlich hohen und stark wechselnden Belastungen ausgesetzt sowie, abhängig von den Einbaustellen, auch einer großen Bandbreite an niedrigen und hohen Drehzahlen. Aus diesem Grund wird heute bei der Weiterentwicklung der Lager das gesamte System Windkraftanlage mit seinen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der einzelnen Triebstrangkomponenten in die Überlegungen einbezogen. Komplexe Simulationsprogramme erlauben es, alle Bauteile vorher virtuell zu testen und so für alle Lastzustände die Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit von Windkraftanlagen weiter zu verbessern.

## Black Box ade

Im Rahmen eines unternehmensübergreifenden Entwicklungsprojekts entwickelte die Schaeffler Gruppe Industrie gemeinsam mit dem Windkraftanlagen-Hersteller Repower Systems AG und dem Getriebe-Hersteller Eickhoff Antriebstechnik GmbH eine Systemsimulation zur Berechnung dynamischer Betriebslasten für den Antriebsstrang von Windkraftanlagen. Das komplexe Mehrkörpersimulationsmodell ist unter Einbeziehung von FEM-Berechnungen in der Lage, die Einzelkomponenten des Antriebsstranges, deren Interaktion sowie das gesamte Anlagendesign bereits in der Entwicklungsphase zu optimieren. Windkraftanlagen können so für alle Lastzustände wesentlich zuverlässiger und kostengünstiger ausgelegt und betrieben werden. Lastsimulationen sind ein unverzicht-

barer Bestandteil zur Auslegung von Windenergieanlagen. Allerdings dienen trotz neuer Anlagentypen, zum Beispiel durch alternative Hauptlager- oder Getriebekonzepte, und wachsender Anforderungen an Leistung und Zuverlässigkeit, häufig nur stark vereinfachende Modelle als Berechnungsbasis. Diese geben als Grundlage der Auslegung zwar Lastzeitreihen für bestimmte Schnittgrößen, aber nicht für alle Komponenten vor. Komplexe Einheiten werden mit dieser Methode nur als Black Box behandelt, wie etwa das Getriebe mit seinen zahlreichen dynamischen Komponenten und deren Rückwirkungen auf die anderen Teile des Antriebsstranges. Das heißt die Modellbildung wird den Anforderungen für Getriebe und damit einer zuverlässigen Auslegung nur unzureichend gerecht.



Modell zur Ergebnisvisualisierung mit DynDP: Dynamische Lastsimulation vom Windfeld bis zum einzelnen Kontakt im Wälzlager.

### Mehrkörpersimulation macht Windkraft effizienter

Um zu einem umfassenden Systemverständnis über die dynamischen Lasten der mechanischen Komponenten im Antriebsstrang zu kommen, haben die Projektpartner ihr jeweiliges Produkt- und Berechnungs-Know-how in die Entwicklung eines komplexen Mehrkörpersimulationsmodells (MKS-Modell) eingebracht. Zentrales Programm ist die von der Schaeffler Gruppe entwickelte Wälzlager-Berechnungssoftware Bearinx, die es ermöglicht, in kurzer Zeit dynamische Simulationsmodelle für komplette Getriebe zu generieren und die Ergebnisse auch zu visualisieren. Da diese Software das Verhalten von Wellen, Verzahnung und Lager bis hin zum einzelnen Wälzkontakt abbildet, wird die Simulation

des Antriebsstranges besonders genau und zuverlässig. Im Gegensatz zu konventionellen Simulationsprogrammen beinhalten die Hybrid-FEM-MKS-Modelle detaillierte Sub-Modelle zu Steifigkeits-Matrizen und Massen für alle elastischen Strukturkomponenten wie Rahmen, Gehäuse, Planetenträger, Zahnräder und Lager. Das Wälzlager-Berechnungsprogramm Bearinx erstellt dabei zunächst das Getriebemodell, und bildet damit die Geometrie, die Anordnung der Getriebeelemente sowie die verwendeten Lager ab. Eine neuentwickelte Softwarefamilie baut auf diesem Modell auf und nutzt es für die Mehrkörpersimulation. Das Preprocessing-Programm DynPre erzeugt aus den Getriebedaten von Bearinx sowie aus weiteren Daten zu Geometrie und Werkstoffeigenschaften anderer Anlagenelemente (Turm, Rotorblätter, Generator, etc.) das Simulationsmodell. Dieser Prozess ist automatisiert und erfolgt daher fehlerfrei, genau und im Vergleich zu anderen Methoden besonders schnell. Zur eigentlichen Mehrkörpersimulation wird das Programm SAMCEF-MECANO eingesetzt. Die Aufbereitung der Daten zur Auswertung erfolgt anschließend über das Programm DynDP. Die Daten werden in Diagrammen, Filmen und

3D-Wasserfalldiagrammen visualisiert. Das Programm bietet die Möglichkeit zur Untersuchung klassierter Lasten als Voraussetzung für die Lebensdauerberechnung unter Berücksichtigung der Dynamik und Interaktion der Komponenten. Die Auswertung der Belastungen ist über die gesamte Betriebsdauer hinweg zu jedem beliebigen Zeitpunkt möglich. Auch extreme Lastzustände – wie etwa bei Notstopp oder Kurzschluss – können so detailliert simuliert und beurteilt werden. Das gilt für ihre Auswirkungen auf das Gesamtsystem, auf die einzelnen Subsysteme bis hin zum isolierten Wälzkontakt – stets unter Berücksichtigung aller dynamischen Zustände und Effekte.

Die Auslegung der Anlage wird somit wesentlich zuverlässiger. Die Möglichkeit, Designalternativen bereits frühzeitig zu untersuchen und zu beurteilen, gibt Sicherheit im Entwicklungsprozess. Entwicklungskosten werden so erheblich reduziert, da Designänderungen in einem frühen Stadium vorgenommen werden können.

info: [www.schaeffler.at](http://www.schaeffler.at)