

# Durch Simulation zu noch mehr Sicherheit

Kögel: Alleinstellung durch einzigartige und innovative Lösungen

Kögel ist einer der führenden Auflieger- und Anhängerhersteller im europäischen Nutzfahrzeugmarkt. Kögel entwickelt, produziert und vertreibt Sattelanhänger für den allgemeinen Gütertransport und Fahrzeuge für den kombinierten Verkehr. Hier sind Kühlsattelaufleger, ebenso wie Containerchassis und die bekannten Planensattelaufleger in allen Varianten im Portfolio.

Seit der Gründung im Jahr 1934 setzt Kögel Maßstäbe in der Entwicklung von Nutzfahrzeugen. Mit den Marken Kögel foxx, Kögel MAXX und Kögel Phoenix bietet Kögel ein umfassendes Angebot an hochwertigen Transportfahrzeugen für jeden Einsatzzweck. Dabei werden höchste Ansprüche an die Qualität jedes einzelnen Fahrzeugs gestellt. Als Innovationsführer hat Kögel von 2004 bis 2007 über 30 Innovationen auf den Markt gebracht und 64 Patente angemeldet. Dies unterstreicht eindrucksvoll das wegweisende Know-how im Fahrzeugbau. Diese Innovationen waren jedoch nur durch einen optimal abgestimmten Produktentwicklungsprozess zu erreichen.

## Geprüft durch aufwändige Testverfahren

Dieser Prozess wurde in den letzten Jahren deutlich verbessert. War früher nur der Berechnungsspezialist an der Auslegung oder Überprüfung der Struktur beteiligt, so wird heute ein Teil der Berechnung vom Konstrukteur durchgeführt.

Bei der Entwicklung von neuen Komponenten hat der Konstrukteur mit NX nicht nur ein 3D-CAD-Programm zur Hand. Vielmehr ist es ihm möglich, einzelne Bauteile mit dem integrierten 'Strength Wizard' schnell und unkompliziert zu berechnen. Fast alle Konstrukteure sind mit diesem Tool vertraut und können es anwenden. Damit kann schon sehr früh im Konstruktionsstadium eine vergleichende Berech-



nung verschiedener Varianten erfolgen. Bei kleinen Baugruppen hat der Konstrukteur außerdem die Möglichkeit, auf ein weiteres Tool in der NX-Umgebung zuzugreifen. Mit 'Scenario for Structure' besteht eine noch bessere Möglichkeit, kleinere Baugruppen mittels der FEM-Methode zu berechnen und zu optimieren, weil damit deutlich mehr Parameter beeinflusst werden können. Bei Kögel sind von 'Scenario for Structure' mehrere Lizenzen installiert, die von mehreren Konstrukteuren für Vorberechnungen verwendet werden. So sind die Modelle, die dann an die Berechnungsingenieure übergeben werden, schon im Wesentlichen optimiert und berechnet.

## Weitergehende Analysen

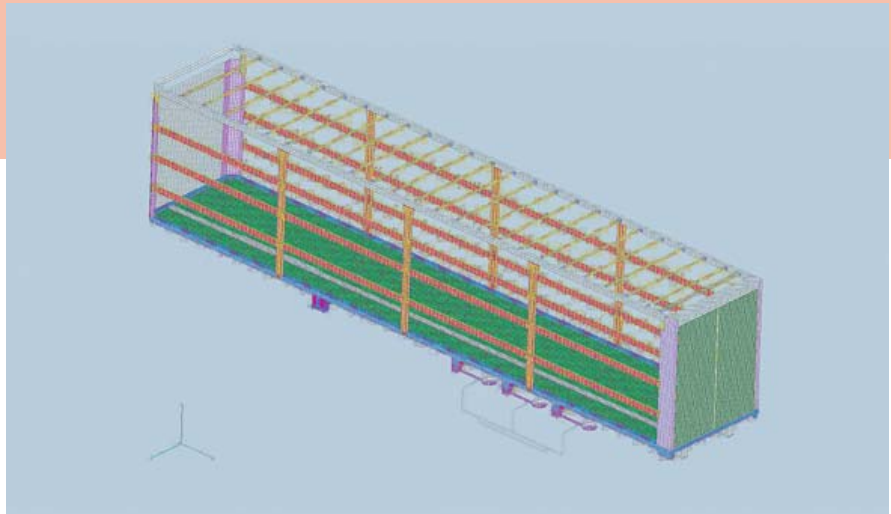
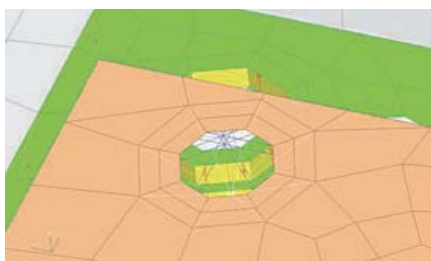
Der Berechnungsingenieur importiert nun das Modell in den Pre- und Postprozessor FEMAP und führt die Vernetzung durch. Dann werden die Randbedingungen und Lasten generiert und das komplette Fahrzeug berechnet. Die Berechnung erfolgt sowohl linear als auch mit nichtlinearem Werkstoffverhalten. Auch Eigenfrequenzanalysen werden durchgeführt, um im kritischen Anregungsbereich bis 20 Hz keine Schäden durch Eigenschwingung aufkommen zu lassen.

Die Berechnungen stellen an den Berechnungsingenieur immer wieder neue Herausforderungen. Durch einen zusätzlichen Produktionsstandort werden beispielsweise die Achsböcke nicht mehr geschweißt, sondern am Rahmen verschraubt.

Als Problem stellte sich die Berechnung der Schraubverbindungen heraus. Es sollten die Vorspannkraften simuliert und die Auflagefläche der Mutter beziehungsweise Schraube auf die Kopfplatte abgebildet werden. Dies wurde durch zwei gleiche, konzentrische Element-Kreise erreicht.

### Vorgespannte Schraubenverbindung

Die Vorspannkraft wird durch thermisch vorgespannte BAR-Elemente eingeleitet. Diese reichen von Mitte Schraubenkopf bis Mitte Mutter. Eine Doppelspinne von Mitte Schraubenkopf und Mitte Mutter schafft die Verbindung auf die Druckzone um die Schraube. Die Druckzone ist in 16 Zylinder aufgeteilt, die durch GAP-Elemente dargestellt sind. Um den Bereich der Schrauben sind entsprechend der Gestaltung der Flansche weitere GAP-Elemente positioniert. Das Netz der beiden Flansche ist deckungsgleich. Die GAP-Elemente sind auf Druck eingestellt und öffnen bei Zugkraft. Somit kann ein Klaffen der Fuge beobachtet werden. Im Bild gelb dargestellt sind 2 Schubringe, die hier innen einen Abstand von 2 mm haben. Von den Schubringen laufen Fachwerkstäbe (blau) zur Schraube hin. Die Querkraft auf die Schraube kann nun im Balkenstück zwischen den Schubringen abgelesen werden. Die Kräfte in den Fachwerkbalken geben Einsicht in die Richtung der Schubkraft. Diese Art der Modellierung ist sicherlich aufwändiger als mit 2 Spinnen, ermöglicht es aber, alle relevanten Kräfte an der Schraubverbindung zu ermitteln.



Modell eines Sattelauflegers für die Eigenfrequenzanalyse

### Gesammelte Erfahrungen und Kostenreduzierung

Im Laufe der Zeit hat sich ein regelrechtes Handbuch mit Verfahren und Lösungen für die verschiedensten Problemstellungen bei der FEM-Berechnung ergeben. Dies ist vor allem wichtig, um das Know-how nicht an einer Person festzumachen, sondern auf zukünftige Berechnungsingenieure übertragen zu können.

Bei der Einarbeitung eines neuen Mitarbeiters in der Berechnungsabteilung war vor kurzem auch die Schulung der Firma SYHAG CAE-TOOLS GmbH eine große Hilfe. Es wurde die Anwendung von FEMAP nicht nur theoretisch, sondern vor allem praktisch an geeigneten Beispielen vermittelt.

### Ergebnisbeurteilung und Optimierung

Wichtig sind natürlich auch die Auswertung und die Beurteilung der Ergebnisse. Nach der Berechnung und Optimierung der Fahrzeuge steht der Schlechtwegetest auf dem Programm. Jeder Fahrzeugtyp wird nach einem bestimmten Fahrprogramm auf einer eigens dafür gebauten Strecke getestet. Ein solcher kompletter Schlechtwegetest, beladen und leer, dauert zirka vier Monate und ist sehr teuer. Bei einem Schaden muss der Test schlimmstenfalls abgebrochen und mit einem modifizierten Fahrzeug wiederholt werden. Hier bietet die Finite-Elemente-Methode in Verbindung mit einer Lebensdauerberechnung für dynamisch belastete Bauteile ein hervorragendes Werkzeug, um zu genauen Vorhersagen zu kommen. Kögel setzt mit winLIFE ein solches Werkzeug ein. Es ist direkt in FEMAP integriert.

Aus der Sicht von Kögel werden die Schlechtwegetests trotz aller Berechnungsmöglichkeiten nicht komplett entfallen. Sie werden aber auf ein Minimum reduziert und die Sicherheit der Vorhersage wird deutlich erhöht.

### Vorteile durch die Berechnungstools

Zur IAA Nutzfahrzeuge 2008, die Ende September in Hannover stattfand, hat Kögel eine neue Generation seines Standard-Planensattelauflegers vorgestellt. Der Cargo-MAXX Strong ist gegenüber dem Vorgänger nicht nur um rund 300 Kilogramm leichter geworden, sondern es ist auch gelungen, das Fahrzeug noch robuster zu gestalten und den nutzbaren Laderaum abermals zu erweitern. Dies war nur durch den konsequenten Einsatz neuer Berechnungsmethoden möglich. +

#### AUTOR:

+ Dipl. Ing. FH Gerhard Schmutz-Eggert,  
Kögel Fahrzeugwerke GmbH

#### KONTAKT:

+ [www.koegel.com](http://www.koegel.com)  
+ [www.syhag.de](http://www.syhag.de)