

# Gut verschraubt

 Ein kreisförmiges Element mit einer gestrichelten, sonnenähnlichen Kante, das den Text 'TEIL 3' in einer schrägen, fetten Schrift enthält.
 

TEIL 3

Der dritte und letzte Teil unserer Serie zur numerischen Simulation in der Verbindungstechnik befasst sich mit dem Thema Schrauben.

AUTOR



**Dipl.-Ing. (FH) Christof Gebhardt,**  
Business Development  
Manager, Cadfem GmbH

Schrauben sind ein häufig eingesetztes Verbindungsmittel und treten demzufolge auch in vielen Simulationen auf. In modernen Simulationswerkzeugen werden daher spezielle Funktionen zur Abbildung der korrekten Steifigkeit und zur Bewertung zur Verfügung gestellt. So bietet auch Ansys Workbench mit der Randbedingung „Schraubenvorspannung“ einen automatisierten Berechnungsprozess für das richtige Applizieren der Vorspannung. Darin wird die Schraube in Abhängigkeit der lokalen Flanschnachgiebigkeit automatisiert so verkürzt, dass die gewünschte Vorspannkraft vorliegt. Unter äußeren Kräften oder Massekräften verändern sich die Kräfte in der Schraubverbindung analog der im Schraubendiagramm dargestellten Verhältnisse. Dabei werden Vorspannung  $F_{Vr}$ , axiale Betriebskraft  $F_{Ar}$ , Klemmkraft  $F_{Kr}$ , Schraubenzusatzkraft  $F_{SAr}$ , Flanschzusatzkraft  $F_{PA}$  und Schraubkraft  $F_{Smax}$  berücksichtigt. Bei relativ hoher Nachgiebigkeit der Schraube im Vergleich zu der des Flansches ist die Schraubenzusatzkraft  $F_{SA}$  gering, d. h. die äußere Last

wirkt sich weniger auf die Festigkeit der Schraube aus (siehe Grafik auf Seite 85).

Mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) lassen sich Nachgiebigkeiten auch bei sehr komplexen Flanschgeometrien elegant berechnen. Dadurch sind die für analytische Bewertungen erforderlichen Vereinfachungen (z. B. der Kräfteinleitungsfaktor) vermeidbar und die Realitätstreue der Ergebnisse kann verbessert werden. Die Schraube wird in diesen Analysen in der Regel geometrisch vereinfacht als Balken oder als Volumen (bestehend aus einfachen Zylindern) abgebildet. Neuere Modellierungsansätze in der Version 15 von Ansys ermöglichen im Bereich des Schraubengewindes eine im Bedarfsfall gesteigerte Abbildungsqualität, die auch ohne geometrisch modellierte Gewindeflanken die Ungleichmäßigkeit der lokalen Lastverteilung abbilden kann.

Für den Festigkeitsnachweis von Schraubverbindungen wird in den meisten Fällen auf die VDI-Richtlinie 2230 gesetzt. Sie sieht einen Berechnungsablauf vor, der die Montagesitu-

**Komplexe Flanschgeometrie eines verschraubten Traktorgetriebes mit im CAD-System modellierten Schrauben.**

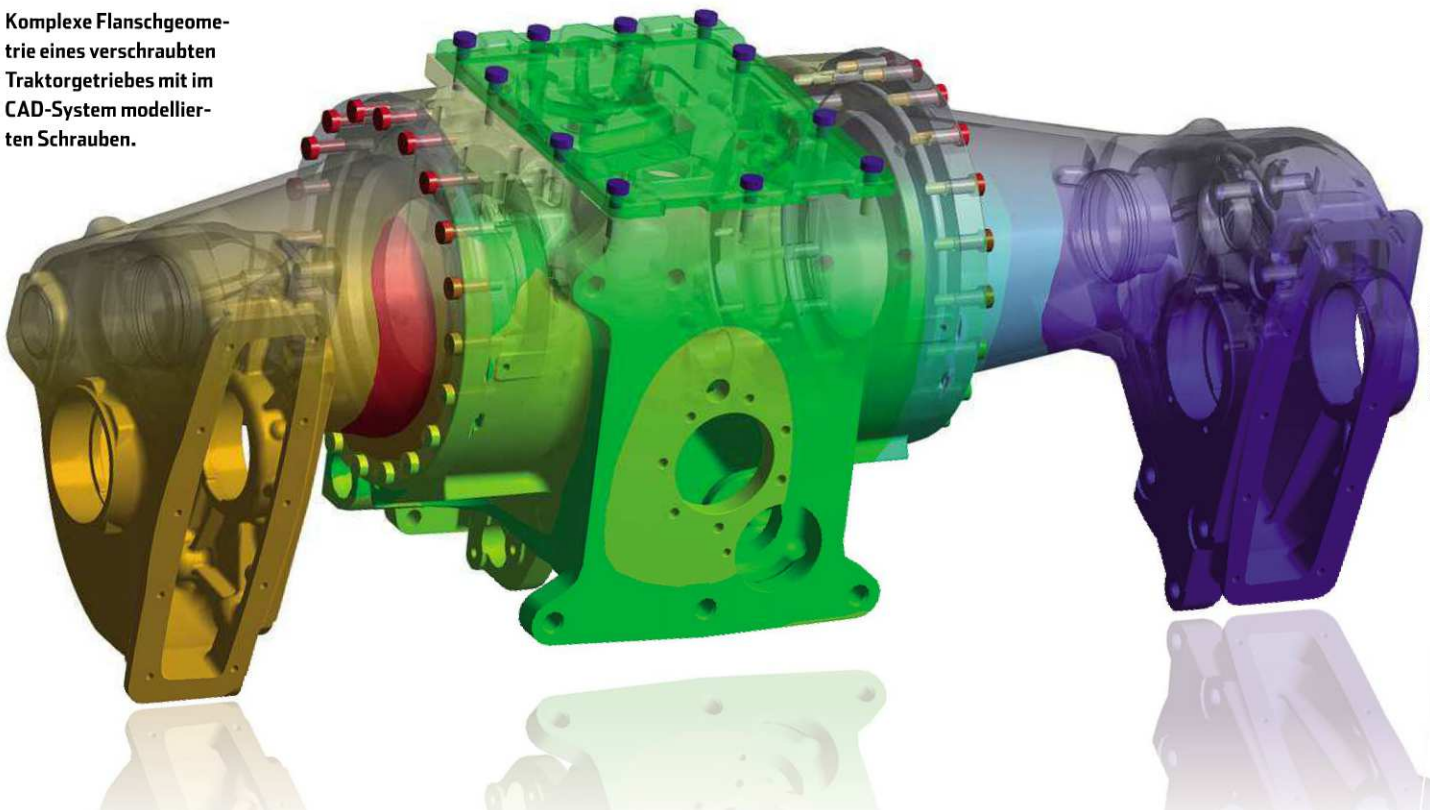
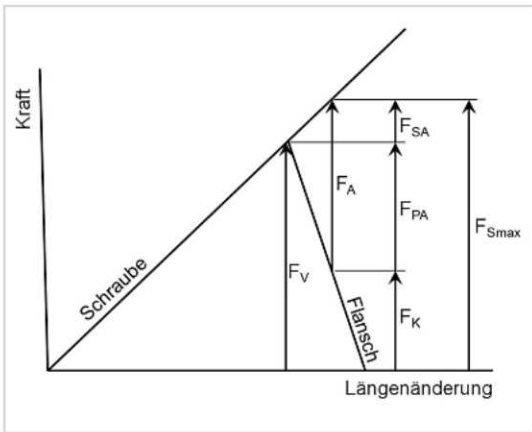


BILD: CADFEM



Schraubendiagramm mit Vorspannung  $F_V$  und den verschiedenen Kräften.

ation, die Beanspruchung unter statischen und dynamischen Lasten, die Flächenpressung und das Abscheren der Gewindegänge berücksichtigt. Als Nennspannungskonzept sind für den Nachweis keine Auswertungen der Spannungen aus der FEM-Analyse notwendig, sondern die aus der Analyse ermittelten Kräfte und Momente reichen für die Verarbeitung aus. Um diese für einen richtlinienkonformen Nachweis zu nutzen, müssen die erforderlichen Größen aus der FEM-Berechnung extrahiert, übertragen und in einem weiteren Arbeitsschritt manuell verarbeitet werden.

### Festigkeitsnachweis nach VDI 2230

Mit dem Softwaremodul WB/Bolt Assessment unter VDI 2230 bietet Cadfem einen in Ansys Workbench integrierten Nachweis konform der VDI-Richtlinie 2230 an. Das Modul stellt einen in die CAE-Umgebung integrierten Workflow zum Nachweis von Schraubverbindungen zur Verfügung. Der Anwender wird in der Workbench durch Vorsteinstellungen unterstützt, z. B. für die Schraubenfestigkeitsklassen, den Anziehungsfaktor oder die vorliegenden Oberflächenrauigkeiten. In einem automatisierten Ablauf werden im Hintergrund mit Hilfe eines KISSsoft-Solvers die Sicherheit gegen Fließen, Bruch, Flächenpressung und Gleiten berechnet und am 3D-Modell dargestellt. (jup)

[www.cadfem.de](http://www.cadfem.de)

### WISSEN

### Cadfem-Schrauben-App für Smartphones

Zur Vorauslegung einer Schraubverbindung liefert Cadfem bis Ende Februar 2015 für gewerbliche Nutzer eine kostenfreie App für Android-Smartphones, die Konstrukteure dabei unterstützt, den geeigneten Gewindedurchmesser zu wählen. Über Schieberegler werden zehn Einflussgrößen (z. B. Kräfte, Werkstoffklasse, Trennfugen, Anziehungsfaktor) vorgegeben und von der App anhand des berechneten erforderlichen Spannungsquerschnitts ein Gewindedurchmesser vorgeschlagen. Auf dieser Basis kann ein Entwurf im CAD-System modelliert, in Ansys berechnet und der Festigkeitsnachweis anschließend mit WB/Bolt Assessment unter VDI2230 durchgeführt werden. Die App kann unter [www.cadfem.de/schraubenapp](http://www.cadfem.de/schraubenapp) angefordert werden.

## SICHERN, SCHÜTZEN, ISOLIEREN, VERBINDEN MIT KUNSTSTOFF



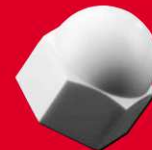
Auszug aus unserem Produktkatalog



DSL-Doppelsicherungen



Schraubensicherungen



Schutzkappen



Isolierhülsen



Stopfen



Distanzhülsen



DIN-Schrauben



DUBOSCHWEITZER® Conti

Annabergstr. 59  
45721 Haltern am See

Tel.: ++49 (0) 23 64 / 9 49 00-0  
Fax: ++49 (0) 23 64 / 9 49 00-25

[Info@duboschweitzer.de](mailto:Info@duboschweitzer.de)

[www.duboschweitzer.de](http://www.duboschweitzer.de)