



## Ruhrpumpen analysiert Pumpengehäuse mit Femap

### Exakte Berechnungen sparen Materialkosten

Nicht zuletzt um Materialkosten zu sparen, lässt der Pumpenbauer Ruhrpumpen GmbH, Witten, seine Pumpengehäuse jetzt per FEM exakt berechnen. Als Solver kommt dabei *NX Nastran* und für Pre- und Postprozessing *Femap*, beides von Siemens PLM Software, zum Einsatz. Schon die ersten Berechnungen zeigen, dass Rechenergebnisse und Praxis sehr gut übereinstimmen.

In der Automobilindustrie oder in der Luftfahrt sind komplexe Berechnungen mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode praktisch alltäglich. Im Maschinenbau indes halten es immer noch viele für zu kompliziert und schwierig, hier einzusteigen. Dabei ist es fast immer lohnend, schon in der Konstruktionsphase zu erfahren, wie sich ein Bauteil oder eine komplette Baugruppe später verhalten werden. In dieser Phase kosten Änderungen am 3D-Modell noch wenig. Ganz generell gilt der 'Daumenwert': Ein virtueller Prototyp und seine Analyse kosten rund die Hälfte weniger als ein physikalischer Prototyp.

Dass man mit einer entsprechenden Ausbildung und guten Software-Tools schnell zu achtbaren Ergebnissen kommen kann, zeigt das Fallbeispiel Ruhrpumpen.

### Großpumpen in enormer Vielfalt

Die Ruhrpumpen GmbH wurde vor über 50 Jahren gegründet und ist mittlerweile ein Teil der Corporation EG, Monterrey, Mexico. Bis Mitte der 90er Jahre, gehörte das Unternehmen zum Thyssen Konzern. Zum Produktprogramm zählen Kreiselpumpen für die gesamte Wasserwirtschaft, Pumpen für die Ölindustrie, für den On- und Offshore-Bereich und für den Schiffs- und Dockbau.

Schon die Aufzählung der Einsatzbereiche zeigt, dass hier Großpumpen gebaut werden, deren Fördervolumen von wenigen Kubikmetern pro Stunde bis über 26.000 Kubikmeter pro Stunde reicht. Die Antriebsleistungen liegen zwischen wenigen Kilowatt bis zu einigen Megawatt.

Entsprechend groß sind die Geräte selbst. Nicht selten werden Tieflader benötigt, um sie zu bewegen. Pumpen dieser Art werden in einer sehr großen Vielfalt hergestellt. Allein die Baureihe ZM hat, laut einer Druckschrift von Ruhrpumpen, 89 Baugrößen.

Klar ist, dass Systeme dieser Art nur von speziell ausgebildetem und hoch qualifiziertem Fachpersonal so gebaut werden können, dass sie auch unter härtesten Bedingungen sicher funktionieren. Ruhrpumpen beschäftigt aktuell rund 400 Mitarbeiter weltweit, circa 200 davon arbeiten in Witten.

Um die Pumpen stets auf dem neuesten Stand zu halten, gibt es in Witten neben der Konstruktion auch eine Entwicklungsabteilung.

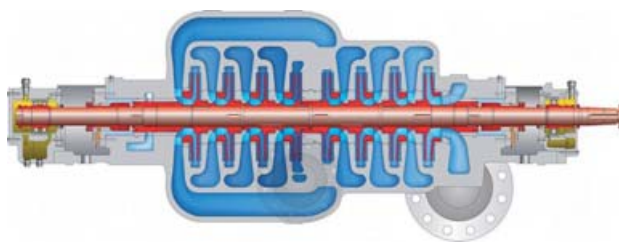
In beiden Bereichen werden derzeit Soliddesigner und ME-10 als CAD-Systeme eingesetzt.



Mehrstufige Kreiselpumpe aufgebaut auf einer Grundplatte. Das Foto zeigt deutlich die Spannelemente, mit denen Ober- und Unterteil der Pumpe zusammengehalten werden.

Für die Berechnung von Pumpenteilen nutzen die Wittener *NX Nastran* und für das Pre- und Postprozessing *Femap*, beides von Siemens PLM Software. Dabei wird die Ruhrpumpen GmbH von der Smart Engineering GmbH betreut, einem Vertriebs- und Dienstleistungspartner von Siemens PLM Software.

„Wir haben diese Kombination im Einsatz, weil ich *Nastran* von früheren Tätigkeiten her kannte und weil ich dafür den passenden Pre- und Postprozessor brauchte. Für *Femap* sprach die Möglichkeit, Kontaktflächen und Vorspannelemente modellieren und analysieren zu können, die Möglichkeit der adaptiven Netzanpassung durch den Anwender und auch die Erweiterbarkeit der Materialdatenbank“, so Dirk Koep, der in der Entwicklungsabteilung für die Berechnung zuständig ist.

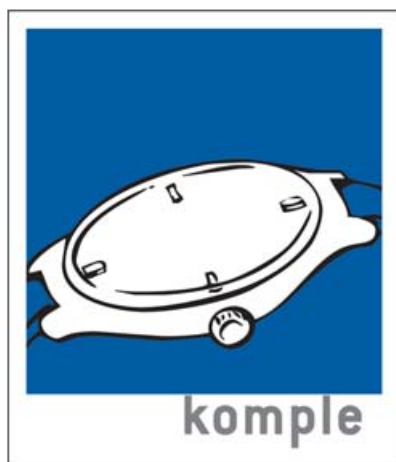


Schnittdarstellung einer mehrstufigen Prozess-Kreiselpumpe von Ruhrpumpen.

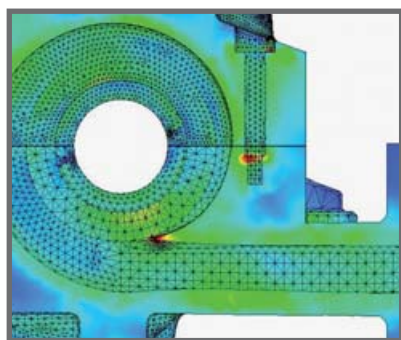
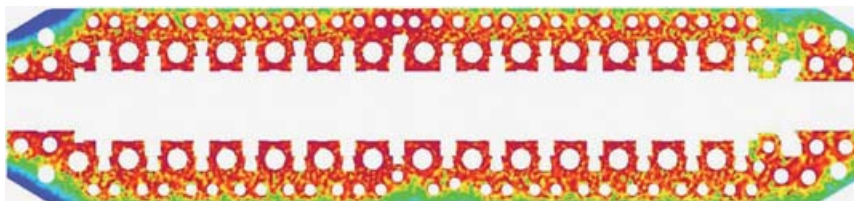
### CAE auf Parasolid-Basis

*Femap* bietet eine moderne Engineering-Analyse-Umgebung. Es ist kostengünstig, CAD- und Solver-neutral und ist heute die am häufigsten eingesetzte Analyse-Lösung für *Nastran*-Anwender. *Femap* wird von Siemens PLM Software integriert mit *NX Nastran* angeboten, beweist seine Effizienz aber auch mit anderen Solvern. Dazu gehören unter anderem *MSC.Nastran*, *Abaqus*, *Ansys*, *LS Dyna* und *Marc*.

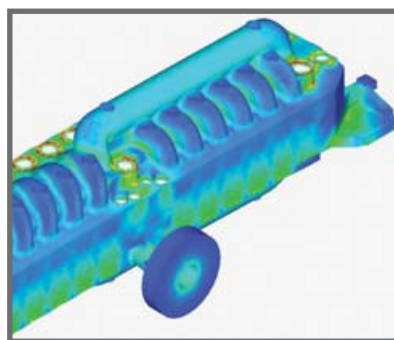
*Femap* nutzt den Parasolid-Kernel und kann so direkt auf Parasolid-Flächen und -Volumenmodelle zugreifen, bietet darüber hinaus aber auch Werkzeuge, um CAD-Modelle aus anderen Quellen zu bearbeiten.



Auswertung der Situation an der Dichtung des Pumpengehäuses. Die Analyse ergibt, dass an zwei Stellen Flüssigkeit austreten würde (Prüfdruck 276 bar).



Vernetztes Modell einer Kreiselpumpe in einer Querschnittsdarstellung. Das Netz (ca. 2,7 Mio. Elemente) entstand mit Hilfe von Femap.



Auswertung der Rechenergebnisse mit dem Femap-Postprozessor: Die Rechnung hat gezeigt, dass die zulässigen Spannungen am Gehäuse nicht überschritten werden.

## Festigkeit und Dichtigkeit

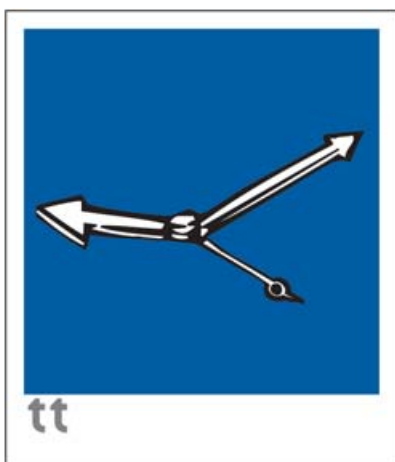
„Wir haben die Analysewerkzeuge angeschafft, um zunächst einmal unsere Pumpengehäuse auf Festigkeit zu berechnen, mit dem Ziel, Material einzusparen. Ein weiterer Punkt ist, dass wir schon in der Entwicklungsphase wissen wollen, ob die Pumpe unter Prüfdruck dicht ist, denn jetzt könnten Änderungen noch einfach vorgenommen werden“, erklärt Dirk Koep.

Dazu muss man folgendes wissen: Die hier betrachteten mehrstufigen Kreiselpumpen haben ein axial geteiltes Gehäuse, in dem sich der Läufer befindet. Beide Gehäusenhälften werden durch Schrauben zusammengehalten und durch eine spezielle Dichtung abgedichtet. Der Prüfdruck kann bis zu 420 bar betragen. Nun wollten die Ingenieure wissen:

- ❖ 1. Welche Flächenpressung entsteht im Gehäuse durch die Vorspannung?
- ❖ 2. Wie verändert sich die Flächenpressung, wenn der Betriebsdruck bzw. der Prüfdruck aufgebracht wird? Kann dann die Dichtigkeit noch gewährleistet werden?
- ❖ 3. Wie verhält sich die Struktur (Schraube, Gehäuse)?

Bei der Berechnung werden folgende prinzipielle Schritte durchlaufen: Die 3D-Modelle kommen aus dem CAD-System und werden in das *Parasolid*-Format umgewandelt, so dass sie dann problemlos in *Femap* übertragen werden können. „Dort entsteht zunächst ein grobes Netz, das durch die

Auswahl entsprechender Geometrielemente weiter verfeinert wird“, erklärt Dirk Koep.



So entsteht zunächst eine Hülle um das Bauteil und erst dann das komplette Modell.

Bei der Modellerstellung kommen den Pumpenbauern gerade die neuen Kontaktflächenelemente (Dichtigkeit) und die Vorspannelemente in *Femap* gelegen.

Jetzt erfolgt eine Kontrolle der Netzqualität. Dazu Dirk Koep: „Wenn die nicht unseren Anforderungen entspricht, muss man nacharbeiten. Das nimmt Zeit in Anspruch, bei dem hier gezeigten Modell habe ich drei Wochen gebraucht“. Dazu sollte man aber wissen, dass das FEM-Modell 2,7 Millionen Elemente hat und rund 900.000 Knoten. Sehr beachtlich, vor 20 Jahren war man froh, mit 30.000 bis 50.000 Elementen rechnen zu können.

Ist das Modell fertig, beginnt die eigentliche Berechnung. Bei Ruhrpumpen wird dafür ein sehr gut ausgestatteter 64-bit PC eingesetzt, denn FEM-Analysen erfordern nun einmal einiges an Rechnerleistung.

### Lohnt sich das?

Auf jeden Fall, denn die Ergebnisse sind gut. Es hat sich gezeigt, dass Material tatsächlich eingespart werden kann, rund 20 Prozent bei den Gehäusen. Bei den Vorspannkräften der Schrauben hatten die Analysewerte eine Abweichung gegenüber den Vorgaben von nur +/- 3 Prozent. Das ist hervorragend und kann kaum noch übertroffen werden.

Bei der Verifizierung an Versuchspumpen hat sich gezeigt, dass die durch die Analyse festgestellten Undichtigkeitsstellen auch im praktischen Versuch undicht wurden. Das heißt

nichts anderes, als dass Modell und Wirklichkeit hervorragend übereinstimmen. Darauf kann man neue Berechnungen sehr gut aufbauen! Um in Zukunft Rechenzeit zu sparen, will Dirk Koep „das Netz zunächst gröber auslegen und nur an den kritischen Stellen dann genauer nachrechnen“. Ein Übriges werden immer schnellere Rechner tun.

Eines kann man am Ende feststellen: Komplexe Berechnungen kosten Zeit, erfordern qualifiziertes Personal und gute Software, aber es lohnt sich ganz sicher! ❖❖❖


  
 Autor: Karl Obermann
   
 Ruhrpumpen GmbH, [www.ruhrpumpen.de](http://www.ruhrpumpen.de)
  
 Smart Engineering GmbH, [www.fem.de](http://www.fem.de)

Das ist wie bei IT-Lösungen: Manches funktioniert nur ganz oder gar nicht.


  
**Steinhilber Schwehr** Computer Komplett

Rottweil, Tel.+49 741 1752-0  
[www.steinhilberschwehr.de](http://www.steinhilberschwehr.de)