



**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# Femap Thermal Solver

## FE-basierte Finite Volume-Thermal Solver Technologie zur effizienten Simulation von Wärmeübergangsphänomenen

### Vorteile

- Ermöglicht die Betrachtung mehrerer Was-wäre-wenn-Szenarien mit komplexen Baugruppen
- Erleichtert die Erstellung von Baugruppen durch Modellierung des Wärmeflusses zwischen nicht verbundenen Teilen und Komponenten
- Ermöglicht dem Anwender, effiziente und vollständig gekoppelte Thermofluid-dynamische Wechselwirkungen zu simulieren, einschließlich der richtigen Behandlung der Wärmeabstrahlung
- Unterstützt die Zuordnung der Ergebnisse zu einem Nastran FE-Modell für die thermoelastische Analyse
- Kann innerhalb der Femap-Umgebung eingesetzt werden, so dass Anwender alle Femap FEA-Funktionen nutzen können

### Zusammenfassung

Femap™, das weltweit führende Windows-basierte Engineering-Simulationswerkzeug für die Finite-Elemente-Analyse (FEA), stellt Ingenieuren eine umfassende Palette an leistungsfähigen digitalen Simulationslösungen einfach und kostengünstig bereit. Das Femap Thermal-Modul innerhalb von Femap löst Wärmeübertragungsprobleme während der Entwicklungsphase der Produktkonstruktion für große Femap-Modellbaugruppen oder Einzelteile. Diese thermischen und Wärmeübertragungssimulationen ermöglichen hochpräzise numerische Vorhersagen von Strahlungs-, Leitungs- und impliziten Konvektionswärmevertragungsproblemen.

### Grundlegende Funktionen

Der Femap Thermal Solver erfüllt die Anforderungen an die thermische Analyse in Branchen wie Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Konsumgüter

und Haushaltsgeräte, Energie, medizinische Geräte und Instrumente sowie Elektronik. Sie können Femap Thermal auch nahtlos mit Femap Flow, der CFD-Lösung von Femap, für vollständig gekoppelte Thermofluid-Simulationen verbinden.

Der Femap Thermal Solver verfügt über eine FE-basierte Finite-Volumen-Technologie mit hoher Ordnung, um Wärmeübertragungsphänomene präzise und effizient zu simulieren. Er kombiniert die Vielseitigkeit der FE-basierten Analyse mit der Genauigkeit und Effizienz eines Finite-Differenzen-Schemas. Die Femap Thermal Solver-Technologie ermöglicht die Simulation von Femap-Teilen und -Baugruppen in komplexen thermischen Umgebungen. Die Solver- und Modellierungsfunktionen umfassen:

### Solver-Funktionen

- Permanente Wärmeübertragung (linear und nichtlinear)
- Vorübergehende Wärmeübertragung (linear und nichtlinear)
- Nichtlineare thermische Eigenschaften
- Iterative konjugierte Gradientenlöser-Technologie
- Vollständig gekoppelte Simulationen in den Bereichen Wärmeleitung, Strahlung und Konvektionswärmevertragungen

# Femap Thermal Solver

## Features

- Thermische Kopplungen zur Verbindung unverbundener Volumenkörper- oder Oberflächennetze in einer Baugruppe
- Thermofluide und thermoelastische Wechselwirkungen in Verbindung mit Femap Flow oder NX™ Nastran®
- Schneller und präziser thermischer Finites-Volumen- und Wärmeübertragungs-Solver auf FE-Basis

## Thermische Kopplungstechnologie zur Modellierung von Thermokontakten in Femap-Baugruppen

- Thermische Verbindung von unverbundenen und ungleichen Netzflächen und -kanten
- Fläche-zu-Fläche-, Kante-zu-Kante- und/oder Kante-zu-Flächen-Kontaktmodellierung zwischen den Teilen: konstanter, zeit- oder temperaturabhängiger Wärmeübergangskoeffizient, Widerstand oder Leitwert
- Strahlungsaustausch zwischen unverbundenen Teilflächen und Flächen innerhalb eines einzigen Teils
- Modellierung der Schnittstelle zwischen verbundenen Teilen: konstanter, zeit- oder temperaturabhängiger Wärmeübertragungs-, Widerstands- oder Leitwertkoeffizient
- Konvektionsaustausch-Korrelationen zwischen Flächen: parallele Platten, konzentrische Kugeln oder Zylinder

## Angewandte Wärmelasten

- Konstante und zeitabhängige Wärmelasten

- Konstanter und zeitabhängiger Wärmefluss
- Konstante und zeitabhängige Wärmeerzeugung
- Steuerung aller angewandten Lasten mit Thermostat

## Temperaturrandbedingungen

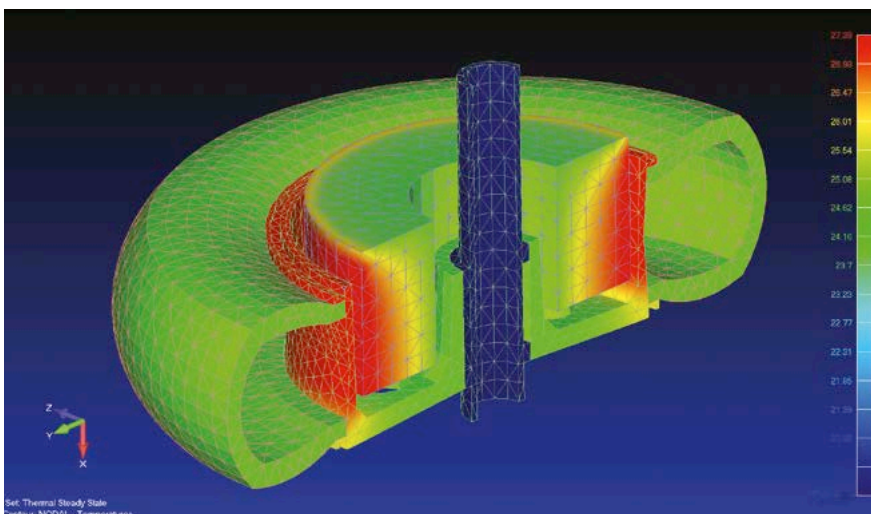
- Konstante Temperatur für stationäre oder zeittransiente Wärmeübertragung
- Variierende Zeit für zeittransiente und für nichtlineare stationäre Wärmeübertragung
- Temperaturregelung durch Thermostat

## Wärmeübertragung durch Leitung

- Fähigkeit zur Bearbeitung großer Wärmeübertragungsmodelle durch Wärmeleitung (speicherschonendes Datenschema)
- Temperaturabhängige Leitfähigkeit
- Temperaturabhängige spezifische Wärme
- Orthotrope Leitfähigkeit

## Wärmeübertragung durch Konvektion

- Konstante, zeitabhängige Wärmeübertragungskoeffizienten
- Parameter und nichtlineare Temperaturgradientfunktionen
- Freie Konvektion
- Freie Konvektion an die Umgebung auf Korrelationsbasis für geneigte Platten, Zylinder und Kugeln
- Erzwungene Konvektion
- Konvektion auf Korrelationsbasis für Platten, Zylinder und Kugeln in erzwungener Strömung



### Wärmeübertragung durch Strahlung

- Emissivität
- Mehrere Strahlungsgehäuse
- Diffuse Sichtfaktorberechnungen mit Schattierung
- Nettoberechnungen von Sichtfaktoren
- Anpassungsschema für Sichtfaktoren-Summenoptimierung
- Hemicube-basierte Berechnung von Sichtfaktoren (Formfaktoren) unter Verwendung von Grafikkarten-Hardware

### Anfangsbedingungen

- Anfangstemperaturen für stationäre und zeittransiente Anwendungen
- Anfangstemperaturen aus vorherigen Lösungsergebnissen, aus Datei

### Solver- und Lösungsattribute

- Wiederanlaufbedingungen, zyklische Konvergenzkriterien

- Direkter Zugriff auf Solver-Parameter
- Solver-Konvergenzkriterien und Relaxationsfaktoren
- Solver-Monitor mit Lösungskonvergenz und Attributen
- Anzeige und Wiederherstellung der Zwischenergebnisse direkt über den Solver-Fortschrittsmonitor

### Sonstige Features

- Ergebnis-Reporter
- Zusammenfassung der Ergebnisse in Excel-Tabellen
- Wärmeflussberechnung zwischen Gruppen
- Wärmezuordnungen
- Vollständiges oder teilweises Deaktivieren ausgewählter Elemente (für die Berechnung des Strahlungsformfaktors)
- Verbessertes adaptives Zeitschrittverfahren

- Anfangsbedingungen von ungleichen Vernetzungen
- Erweiterte Optionen für zeittransiente Endzeiten

### Simulationsergebnisse

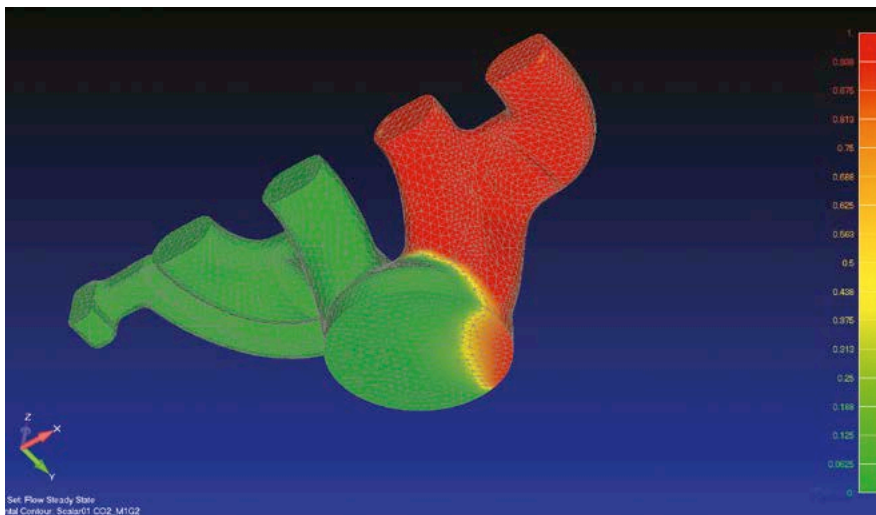
Die Ergebnisliste wurde aktualisiert. Die folgenden Ergebnisse stehen jetzt zur Verfügung:

- Temperaturen
- Min/Max-Temperaturen und Vorkommenszeiten
- Leitende Wärmeströme
- Konvektionswärmeströme
- Temperaturgradienten
- Temperatur-Quergradienten
- Gesamlasten und -flüsse
- Reste
- Freie und Zwangskonvektionskoeffizienten
- Phasenübergangsqualität
- RC-Produkte

### Featurebezogene Vorteile

#### Thermische Kopplungen zur Verbindung unverbundener Volumenkörper- oder Oberflächennetze

Mit thermischen Kopplungen können Baugruppen effizient konstruiert werden, da sie es ermöglichen, den Wärmefluss zwischen nicht verbundenen Teilen, Komponenten oder sogar ungleichen Vernetzungen zu modellieren. Es können mehrere Was-wäre-wenn-Szenarien und die Positionierung von Teilen innerhalb einer Baugruppe untersucht werden, indem die Parameter der thermischen Kopplung zwischen nicht verbundenen Teilen



nur einmal definiert werden. Wärmeübertragungspfade werden zur Laufzeit automatisch zwischen Elementen auf gegenüberliegenden Teilen erzeugt. Diese Leitwerte werden auf der Grundlage der Nähe ermittelt; dabei berücksichtigen sie die Überschneidungen und Diskrepanzen zwischen unverbundenen und ungleichen Vernetzungen, die Wärme austauschen, sodass die Teile vor der Berechnung frei innerhalb der Baugruppe bewegt werden können. Zu den thermischen Kopplungsarten gehören leitende, radiative, konvektive und Schnittstellenkopplungen. Thermokopplungen können auch so definiert werden, dass sie mit unterschiedlichen Modellparametern wie Temperaturen oder Wärmelasten variieren.

### Thermofluide und thermoelastische Wechselwirkungen

Wärmeübertragungs-Modellierungsfunktionen können gezielt mit der CFD-Lösung (Numerischen Strömungsmechanik) von Femap Flow kombiniert werden. Diese Kombination ermöglicht es dem Anwender, starke und vollständig gekoppelte thermofluide Wechselwirkungen zu simulieren, einschließlich Wärmeabstrahlung. Wenn Femap Flow und Femap Thermal zusammen erworben werden, wird der Thermofluid-Solver automatisch und ohne zusätzliche Kosten aktiviert, sodass sowohl die Leitungs- als auch die Strahlungsmodellierung vollständig mit der 3D-Strömung gekoppelt werden kann.

### Integrierte thermische und Wärmeübertragungslösung

Femap Thermal ist in das Femap-Portfolio integriert und nutzt alle Vorteile der Femap Advanced Simulationsumgebung. Die integrierte Femap-Anwendung ermöglicht es sowohl erfahrenen Ingenieuren als auch Thermikspezialisten, jegliche zusätzliche Übertragung von Eingabedateien oder Geometriekonvertierungen und Manipulationen zu vermeiden, die die assoziative Verbindung zwischen Femap-Geometrie und FE-Aufgaben unterbrechen.

Die Femap-Benutzeroberfläche bietet den Anwendern von Femap Thermal eine breite Palette von Werkzeugen zur Erstellung von Thermomodellen und berechenbaren Geometrien. Unnötige geometrische Features können automatisch (oder manuell) entfernt werden. Der Anwender kann die Vernetzung in kritischen Bereichen verfeinern und die Netzdichte selektiv steuern, indem er die Modellgröße minimiert oder optimiert, um eine schnelle und genaue Lösung zu erzielen.

Da Femap Advanced Thermal nativ in der Femap-Umgebung implementiert ist, bietet es die Möglichkeit, Teile und Materialbibliotheken zu modellieren, zu katalogisieren und gemeinsam mit dem Konstruktionsteam zu nutzen, wodurch langwierige Nacharbeiten und potenziell kostspielige Modellierungsfehler minimiert werden.

### Produktverfügbarkeit

Femap Thermal ist ein Modul in der Suite der erweiterten Simulationsanwendungen, das innerhalb der Femap-Produktkonfiguration verfügbar sind. In Verbindung mit Femap Flow bietet Femap Thermal eine gekoppelte Multiphysik-Lösung für komplexe Strömungen und thermische Interaktionsanwendungen.

Siemens PLM Software  
[www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm)

Deutschland	+49 221 20802-0
Österreich	+43 732 37755-0
Schweiz	+41 44 75572-72

© 2018 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. Siemens, das Siemens-Logo und SIMATIC IT sind eingetragene Marken der Siemens AG. Camstar, D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, I-deas, JT, NX, Parasolid, Simcenter, Simcenter 3D, Solid Edge, Syncrofit, Teamcenter und Tecnomatix sind Marken oder eingetragene Marken der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen in den USA und anderen Ländern. Nastran ist ein eingetragenes Warenzeichen der NASA. Alle anderen Marken, eingetragenen Marken oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.  
 68276-A2 RU 3/18 o2e