



CastNet:

**Modellierungsumgebung
für Open Source-Lösertechnologien**

DHCAE Tools GmbH

Sitz: Friedrich-Ebert-Str. 368, 47800 Krefeld - Büro: Alte Rather Str. 207 47802 Krefeld

Telefon +49 2151 9490200 Fax: +49 2151 9490209

Webseite: www.dhcae-tools.de / E-mail: info@dhcae-tools.de

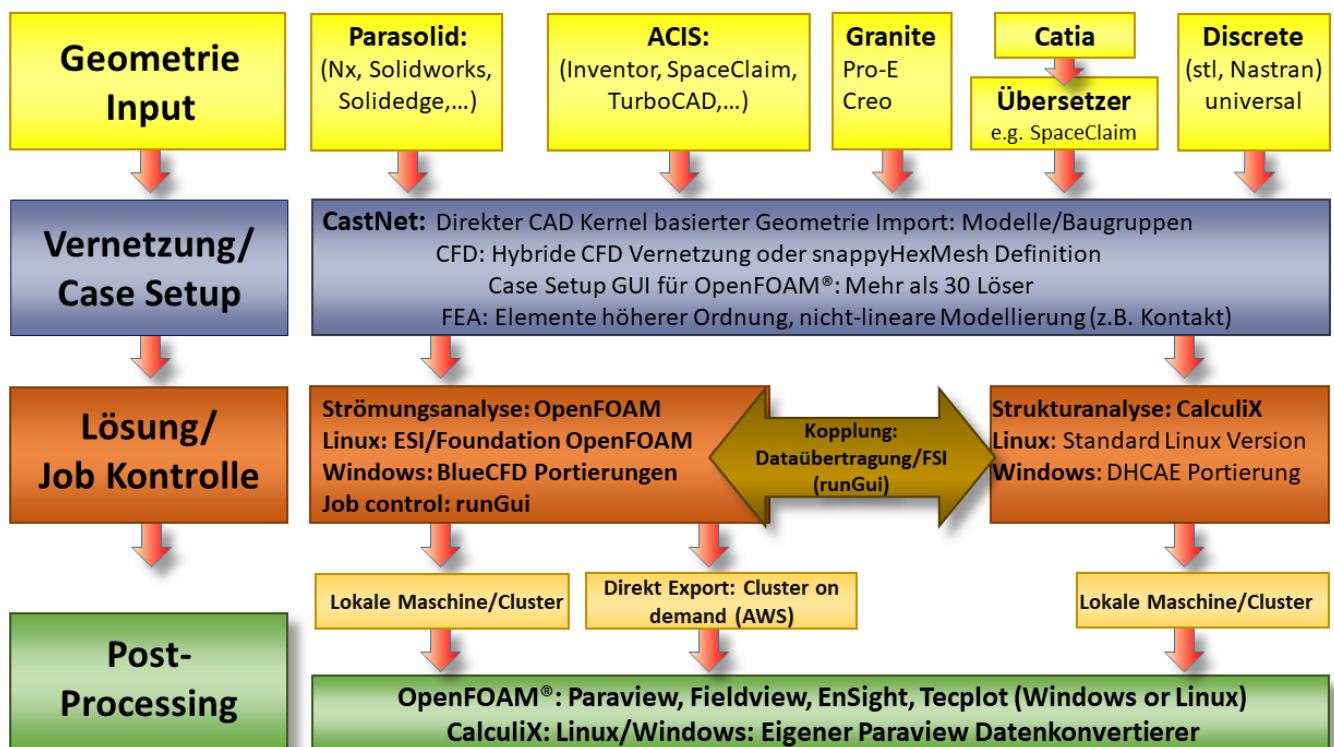
CastNet: Workflow

CastNet ist eine Modellierungsumgebung für Open Source-Lösertechnologien. CastNet unterstützt im Strömungssimulationsbereich OpenFOAM® und im Strukturbereich den nichtlinearen Finite-Element-Löser CalculiX. CastNet ist sowohl für die Standard Linux Versionen der Solver als auch für Windows Portierungen entwickelt.

Die wichtigsten Zielsetzungen der CastNet Modellierungsumgebung sind:

- Eine flexible und durchgängige Modellierungsplattform für Strömungs- und Strukturanwendungen unter Windows und Linux bereitzustellen, die das Pre-processing, die Berechnung und das Post-processing einschließt.
- Eine zuverlässige, stabile und qualitativ hochwertige CFD- und FEA-gerechte Vernetzung auf Basis von CAD Geometrie-Input zu bieten.
- Eine vollständig GUI-basierte Modellierungsumgebung bereitzustellen, um damit Zugang zu den leistungsstarken Berechnungsfähigkeiten der freien Lösertechnologien zu gewähren, ohne die Notwendigkeit, Text-Dateien zu bearbeiten.
- Die Zeit vom CAD-Modell zum lauffähigen Berechnungsfall erheblich zu reduzieren.
- Eine stabile und zuverlässige CFD-Analyse durch detaillierte Job-Kontrolle zu ermöglichen.

Das folgende Diagramm demonstriert den Arbeitsfluss für CastNet mit OpenFOAM® und CalculiX:



CAD Geometrie-Import

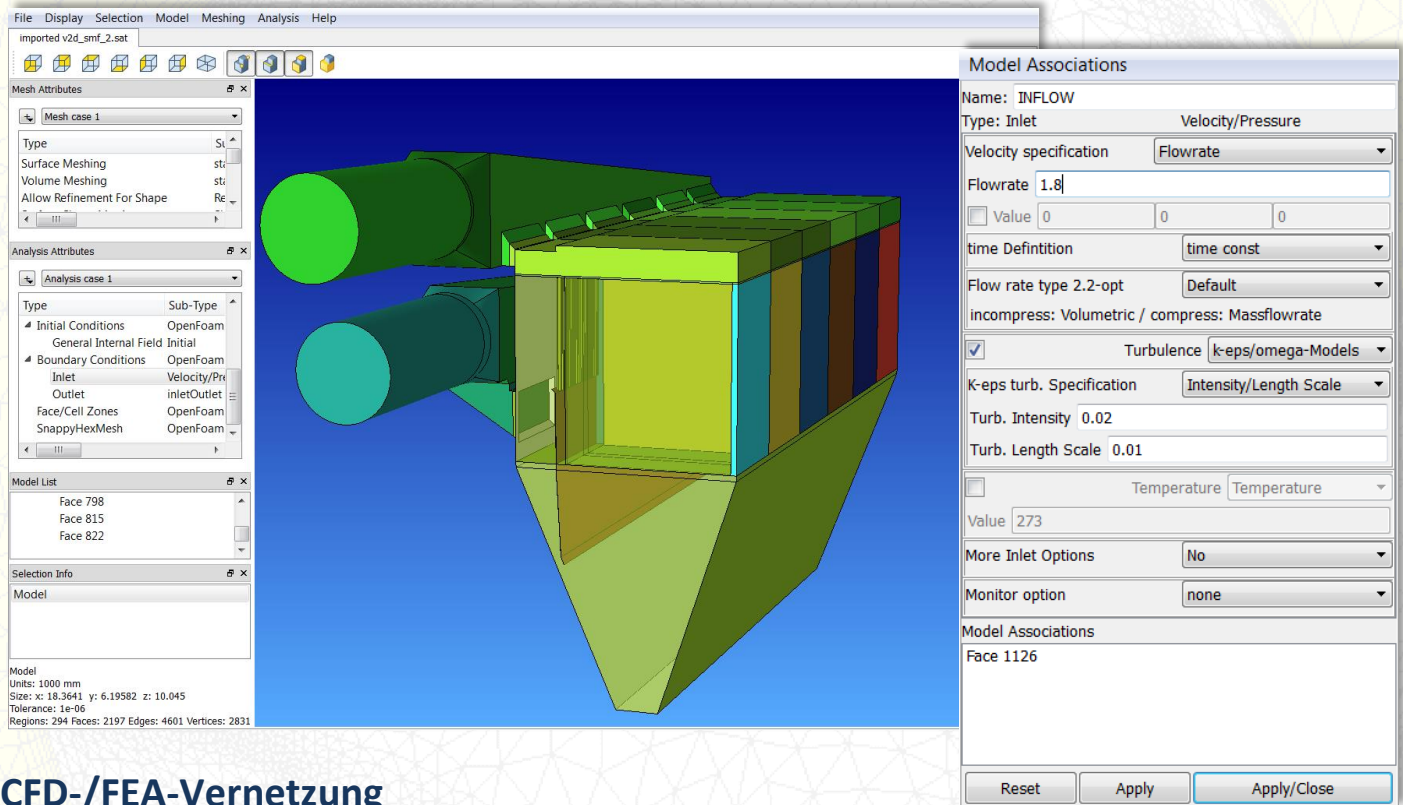
CastNet erlaubt den Import von CAD-Geometrien auf Basis von CAD-Kerneln. Dies führt zu einem hochwertigen CAD-Import, und eine Nachbehandlung oder Reparatur der Modelle ist nicht erforderlich.

- Direkter Zugriff auf Parasolid, ACIS oder Granite (ProE/Creo) Teile und Baugruppen.
- CastNet erzeugt intern aus Baugruppen unverteilte Modelle, wobei die Teile der Baugruppen in Regionen überführt werden. Mit konformen Gitterübergängen vernetzt, finden diese Regionen als poröse, MRF, rotierende (AMI) oder CHT-Zonen sowie als spezielle Gitterbereiche Verwendung.
- Spitzwinklige Bereiche oder schmale Flächen werden, falls erforderlich, automatisch eliminiert.

Vernetzungs- und Case-Setup GUI

Die Erstellung eines Berechnungsfalls erfolgt vollständig in einem einzigen graphischen User-Interface (GUI). Dies schließt die Vernetzung, die Lösereinstellungen und die Randbedingungen ein.

Die Gitterdefinition und die Solver-Einstellungen (wie Geschwindigkeits-Inlet-Randbedingungen im Bild unten) sind vollständig mit der CAD Geometrie assoziiert. Die gesamte Falldefinition wird in einem einzigen Datenfile gespeichert. Änderungen können einfach durch erneutes Öffnen der Definitionsmasken und Eingabe neuer Parameter vorgenommen werden. Die Änderung eines Volumenstroms für die Simulation oder eine lokale Gitterverfeinerung ist mit wenigen Klicks durchgeführt.



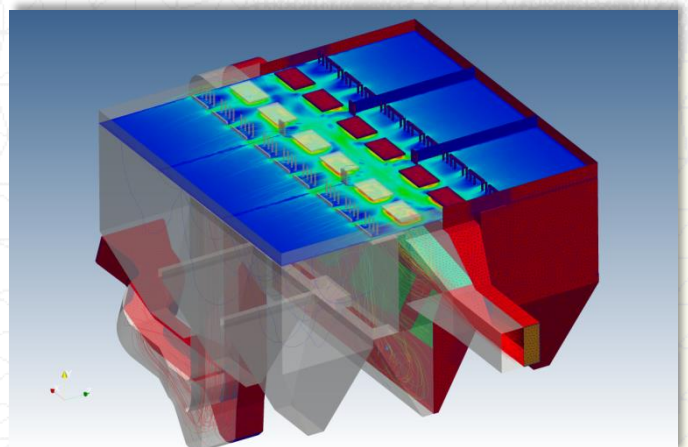
CFD-/FEA-Vernetzung

CastNet unterstützt zwei Vernetzungsansätze:

- Die interne hybride Vernetzung mit extrudierten Gittern und Tetraeder- bzw. Hexaedergittern mit leistungsstarken Grenzschnittgittern und
- die externe Vernetzung mit snappyHexMesh (OpenFOAM®-Netzgenerator).

Beide Vernetzungsansätze ergänzen sich ideal: Die hybride Vernetzung ist zu bevorzugen, wenn wandnahe Effekte dominant sind und eine sehr gute Geometrieauflösung gefordert wird. Langgestreckte Regionen können sehr gut mit Extrude-Gittern vernetzt und mit hybriden Gittern kombiniert werden. Die snappyHexMesh-Vernetzung mit Polyederzellen ist für Strömungsanwendungen mit freien Oberflächen, instationären Anwendungen und bei sehr schlechtem CAD-Input zu bevorzugen.

Im Bereich der Festigkeitsanalysen mit CalculiX unterstützt CastNet gekrümmte Elemente von 2. Ordnung für eine zuverlässige Finite-Element-Analyse.

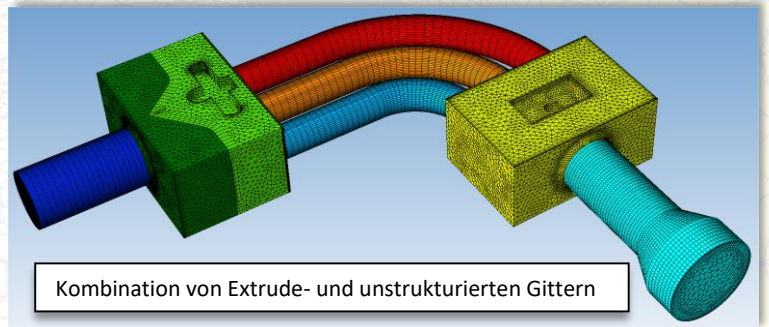


CAD-Modell-basierte Vernetzung und Berechnungsfalldefinition: Zuverlässige, effiziente CFD mit CastNet und OpenFOAM® für komplexe Geometrie

Hybride Vernetzung in CastNet

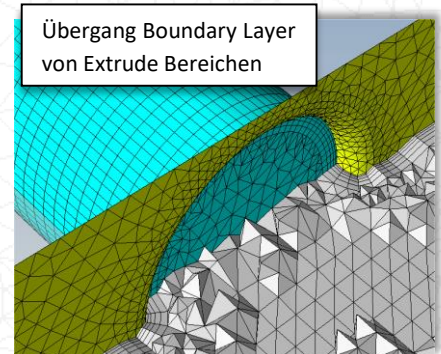
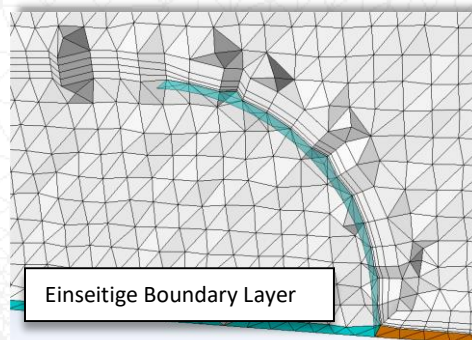
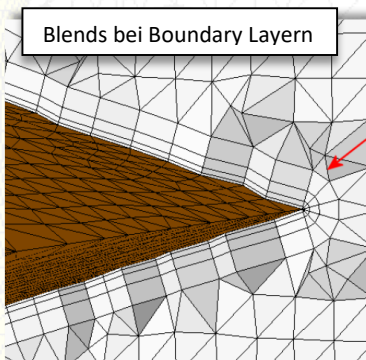
Die hybride Vernetzung in CastNet generiert Tetraeder- oder Hexaederzellen (Hex-Core), kombiniert mit Prismen in Grenzschichtgittern, und strukturierten Gitterbereichen, z.B. in Extrude-Regionen. Die herausragenden Eigenschaften dieses Vernetzungsansatzes sind:

- Schnelle und hochwertige Gittererstellung mit relativen Elementgrößen und krümmungskontrollierter Vernetzung.
- Effiziente Gittererstellung durch die Kombination von Extrude-Gittern mit unstrukturierten Gittern.
- Volle Gitterkontrolle durch lokale Vernetzungsparameter wie Elementgrößen, Verfeinerungszonen oder individuellen Boundary-Layer-Definitionen.
- Hohe Gitterqualität mit sehr gutem Lösungsverhalten durch die Verwendung von Hex-Core-Gittern.

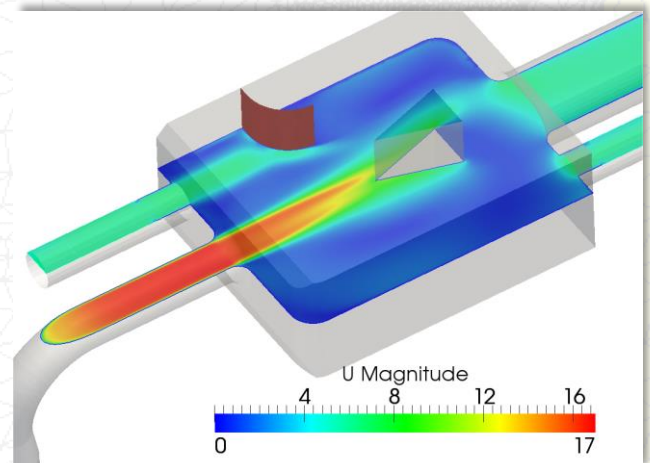
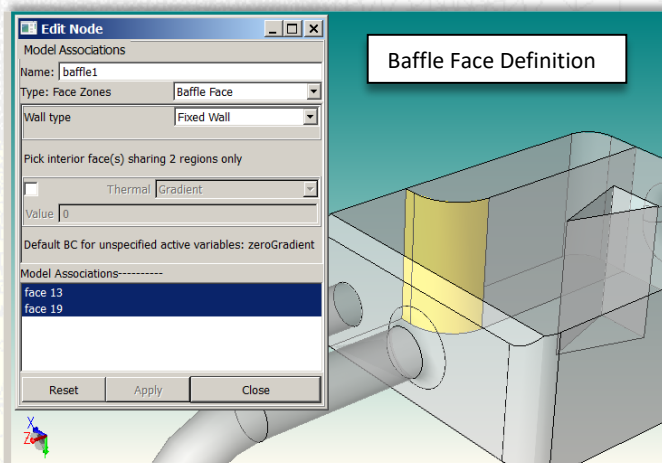


Gitteränderungen sind schnell durchgeführt: Änderungen einer Grenzschichtgitterverteilung oder ein lokales Gitterrefinement sind mit einer einzigen Definition durchgeführt. Weiterhin stellt CastNet fortgeschrittene Grenzschichtgitterfunktionalitäten zur Verfügung:

- Verschiedene Definitionstypen wie erster Layer und Gesamtschichthöhe, Anzahl der Layer etc.
- Überblendoptionen für Boundary-Layer
- Einseitige Boundary-Layer für Baffles oder Festkörperregion (konjugierter Wärmetransport)



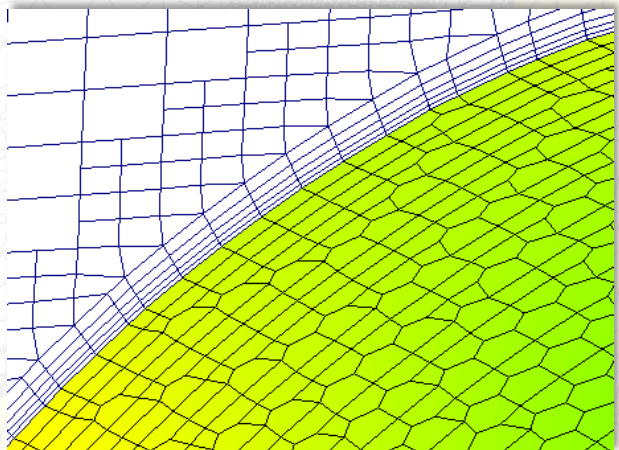
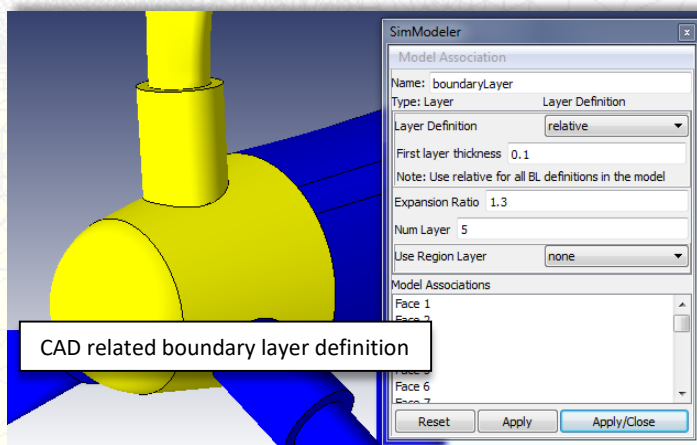
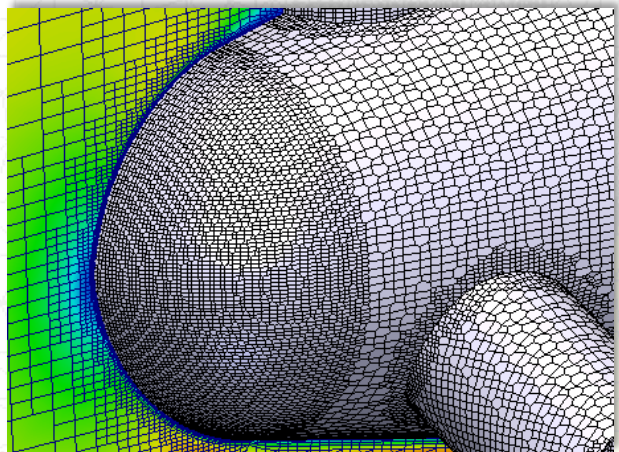
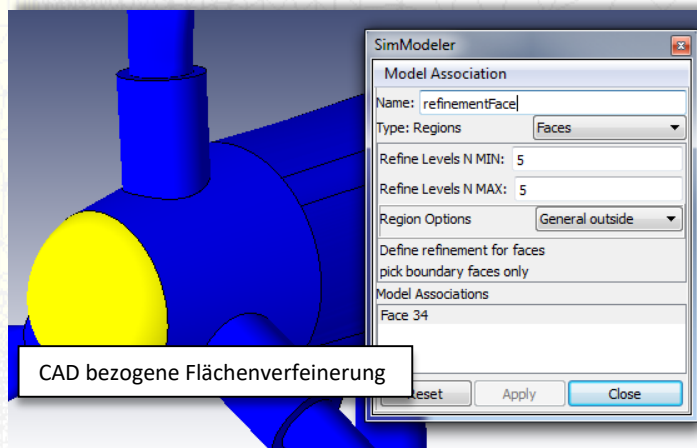
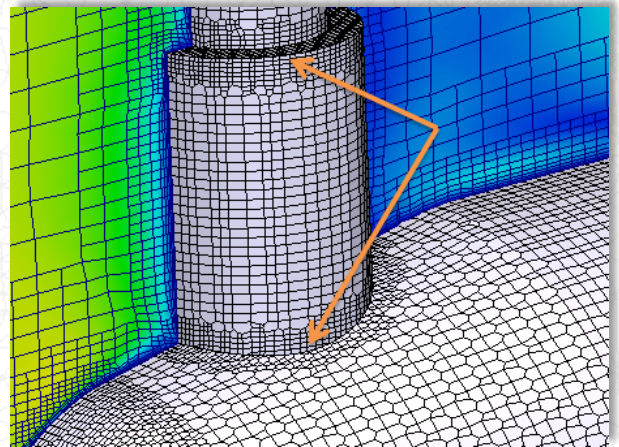
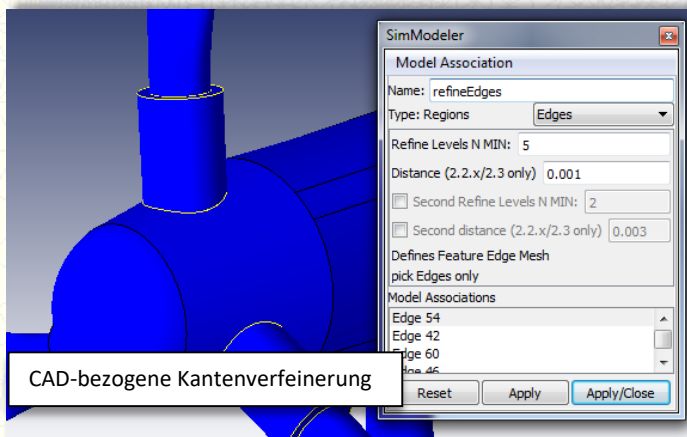
Die CastNet Vernetzungsfeatures sind auf eine möglichst einfache Verwendung von OpenFOAM®-Funktionalitäten abgestimmt: OpenFOAM® Volumenregionen (porous, MRF, AMI, CHT) können einfach definiert werden, zyklische Gitter, Fan-Faces oder Baffle-Faces (interne Wände) sind mit wenigen Klicks definiert und werden in die vollautomatische Fall-Erstellung für OpenFOAM® integriert.



snappyHexMesh Unterstützung in CastNet

Zusätzlich zur hybriden Vernetzung bietet CastNet eine Unterstützung des skriptbasierten OpenFOAM®-Vernetzers snappyHexMesh. Die Definition der snappyHexMesh-Parameter ist gegenüber dem manuellen Editieren von Textfiles erheblich vereinfacht: CastNet exportiert direkt das snappyHexMesh-Dictionary auf Basis der CAD-bezogenen Definitionen aus dem GUI. Der gesamte Vernetzungsprozess ist eingebunden in die automatisierte OpenFOAM®-Fall-Erstellung. Der Vernetzungsprozess findet vollständig im Hintergrund statt. Folgende Funktionen werden unterstützt:

- Regionen-Unterstützung (z.B. poröse oder MRF-Regionen) basierend auf der CAD-Geometrie
- AMI-Unterstützung (z.B. für gleitende Gitter bei Mischern oder Turbomaschinen)
- Verbesserte, vollautomatisierte Kantentreue und einfache CAD-bezogene Kantenverfeinerung
- Flächen- und Regionenverfeinerung
- Grenzschichtgitter
- Erstellung der CFD-Domain bei Solid-Regionen als CAD-Input



CastNet OpenFOAM®-Unterstützung

CastNet unterstützt ein breites Spektrum der aktuellen OpenFOAM®-Versionen der Open-FOAM-Foundation, OpenCFD(ESI) und die BlueCFD Windows-Versionen.

CastNet bietet direkten Zugang zu folgenden OpenFOAM®-Sovern:

Inkompressible Solver: simpleFoam, MRFSimpleFoam, porousSimpleFoam, pisoFoam, pimpleFoam, pimpleDyMFoam, SRFSimpleFoam, SRFPimpleFoam, icoFoam, nonNewtonianIcoFoam

Kompressible Solver: rhoSimpleFoam, rhoSimplecFoam, rhoPorousMRFPimpleFoam, rhoPorousMRFSimpleFoam, rhoPorousMRFLTSPimpleFoam, rhoPimpleFoam, sonicFoam,

Wärmetransport: buoyantSimpleFoam, buoyantPimpleFoam, buoyantSimpleRadiationFoam, buoyantBoussinesqSimpleFoam, buoyantBoussinesqPimpleFoam, chtMultiRegionSimpleFoam, chtMultiRegionFoam

Mehrphasenströmungen: interFoam, interDyMFoam, compressibleInterFoam, MRFInterFoam, porousInterFoam, LTSInterFoam, twoLiquidMixingFoam, twoPhaseEulerFoam

Basis: laplacianFoam

Lagrange: (ico)uncoupledKinematicParcelFoam, simpleReactingParcelFoam, (LTS)reactingParcelFoam

Reaktionen: reactingFoam, LTSReactingFoam

Diese Solver schließen die folgenden Modellierungsfähigkeiten ein:

- Stationäre und instationäre Analyse
- kompressible oder inkompressible Strömungen und Medien
- Mit oder ohne Wärmetransport, einschließlich Strahlung, Auftrieb und Verbrennungen
- Mehrphasenströmungen (VOF/Euler-Euler/Lagrange'sche Partikelverfolgung)
- Dynamische Gitter (gleitende Gitter und bewegte Topologie)
- Konjugierter Wärmetransport

CastNet stellt eine leistungsstarke Anwenderunterstützung zur Verfügung:

- Unterstützung des Anwenders durch solverspezifische Vorlagen (Templates)
- CastNet gibt Warnungen aus, wenn Einstellungen fehlen oder nicht mit den Standard OpenFOAM®-Lösereinstellungen übereinstimmen. Falls z.B. Erdschwere vom ausgewählten Solver benötigt wird, aber nicht definiert wurde, werden entsprechende Warnmeldungen ausgegeben.
- In CastNet werden Randbedingungen nach den entsprechenden Orten (z.B. Einströmen) definiert, nicht, wie manuell üblich, nach Variablen. Der Anwender wird durch sinnvolle, ergänzende Einstellungen (Wandfunktionen, Zero-Gradient-Bedingungen für nicht gesetzte Variablen) unterstützt.
- CastNet hilft dem Anwender mit Default-Einstellungen. So werden z.B. löserabhängig geeignete Thermoklassen gewählt oder Schleifenparameter für die unterschiedlichen Druck-Geschwindigkeitskopplungen gesetzt. Diese „Default“-Einstellungen können vom Anwender modifiziert werden.

Neben den Standard-Lösern können auch eigene *Solver* und eigene Felder in CastNet verwendet werden. Die CastNet-Ausgabe ist vollständig kompatibel zu OpenFOAM® und kann daher beliebig für eigene OpenFOAM®-Erweiterungen modifiziert oder ergänzt werden.

Darüber hinaus unterstützt CastNet folgende OpenFOAM®-Funktionalitäten:

- Einfache Konfiguration einer parallelen Berechnung im GUI
- Probes (Kontrollpunkte) können einfach definiert und während der Lösung dargestellt werden.
- Voll automatisierte Fallerstellung auch für konjugierten Wärmetransport und gleitende Gitter
- Einfache Definition von OpenFOAM®-Randbedingungen durch abgeleitete OpenFOAM®-Patches
- Einfache und stabile Initialisierung mit *potentialFoam* vor der eigentlichen Berechnung
- Lokale Anfangsbedingungen, wie z.B. Volumenanteilen bei VOF in speziellen Regionen
- Unterstützung von *Baffle faces*, *Fan faces*, zyklischen Bedingungen und 2D-Modellierung
- Zeitabhängige Randbedingungen und Unterstützung von *groovyBC*
- Definition für inkompressible, Mehrphasen- oder Thermophysical-Materialien
- Zweite Löserdefinition für Partikelverfolgung

CastNet CalculiX-Unterstützung

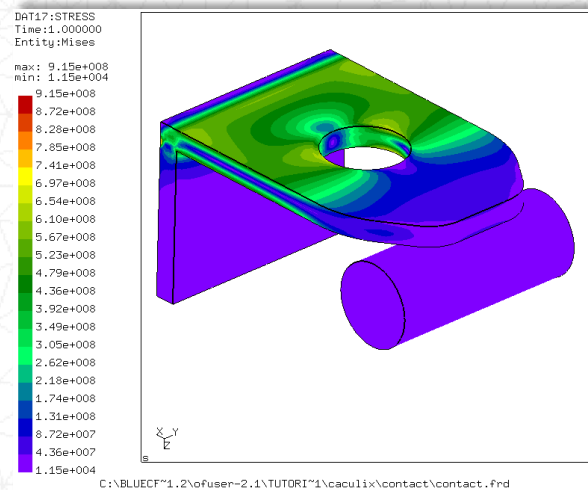
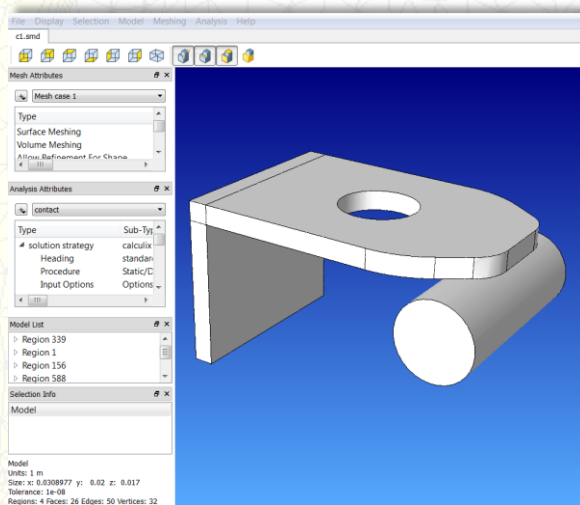
CalculiX ist ein nichtlinearer Struktursolver, der bei MTU entwickelt wird und als Open Source-Produkt frei verfügbar ist. CastNet unterstützt sowohl die Linux-Version als auch eine eigne Portierung für Windows-Portierung. Ergebnisse können mit DHCAE's Datenkonvertierer direkt in Paraview dargestellt werden. Für Finite Element Analysen mit CalculiX unterstützt CastNet:

- Lineare und nichtlineare Statik/Dynamik mit nichtlineare Effekten wie
 - Geometrische Nichtlinearität wie starke Verschiebungen, Kontakt
 - Material-Nichtlinearität wie Plastizität, Hyperelastizität
- Lineare Frequenzanalyse
- Knickanalyse
- Wärmetransportanalysen

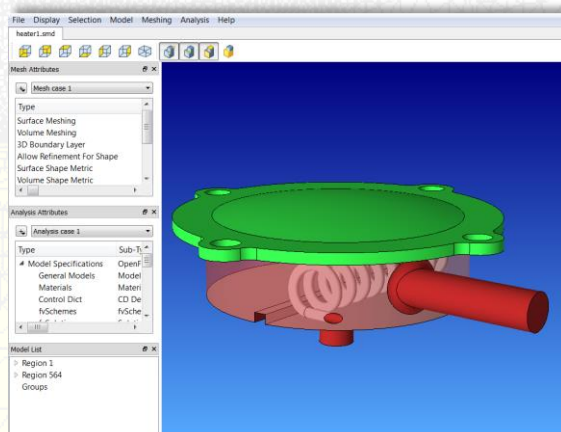
Hier stehen zahlreiche Randbedingungen und Lasten, wie vorgeschriebene Verschiebungen/Fixierungen, Punkt, Flächen- oder Volumenlasten, zur Verfügung.

Eine Kopplung zu CFD-Ergebnissen ist möglich:

- So kann z.B. eine in OpenFOAM® berechnete Druckverteilung als Randbedingung in CalculiX verwendet werden, um dort die resultierenden Spannungen zu berechnen.
- Temperaturfelder aus dem Festkörperbereich einer gekoppelten Wärmetransportanalyse können verwendet werden, um damit in CalculiX Verformungen und thermische Spannungen zu berechnen.
- Weiterhin steht eine vollständige iterative Fluid-Struktur-Kopplung (FSI) zwischen OpenFOAM und CalculiX für statische Anwendungen als Zusatztool zur Verfügung.

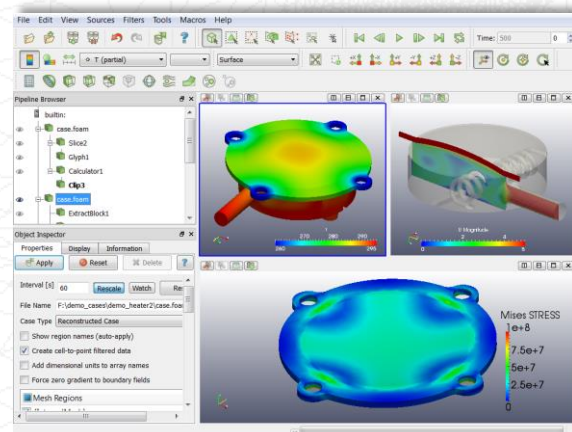


Kontaktprobleme in CastNet definiert



CFD mit thermischer Spannungsanalyse in CastNet definiert

Mit Calculix berechnet und in CGX visualisiert



Unter Windows werden beide Analysen gleichzeitig in Paraview analysiert

Job-Kontroll-System für OpenFOAM®: runGui

runGui ist ein Berechnungskontrollsystem für OpenFOAM®. Es vervollständigt die GUI-basierte Modellerstellung für Einstellungen während des Berechnungslaufes. Hauptaufgaben von runGui sind:

- zuverlässige CFD-Analyse durch eine genaue Berechnungskontrolle
- Vereinfachung der Verwendung von OpenFOAM®-Funktionalitäten, wie Änderung der Berechnungseinstellungen während des Berechnungslaufes
- Einfacher Zugriff auf OpenFOAM® Vernetzungs-, Pre- und Post-processing-Funktionen
- Realisierung des Austausches zwischen OpenFOAM®- und CalculiX-Daten (data-mapping)
- Bereitstellung des CalculiX-Solvers unter Windows
- Datentransfer von CalculiX-Ergebnissen zu Paraview (Windows/Linux)

CastNet-runGui verfügt über folgende Funktionen:

- One-Click-Buttons zur Erstellung der OpenFOAM®-Fälle aus dem CastNet-Export
- Job-Kontrolle durch automatisierte Residuen, Probes, Werte an Patches- oder Kräfte-Plots nach Einstellungen in CastNet
- Wizard zum Arbeiten mit Fremdgittern
- GUI-basierte Änderungen an Lösern und Schemes dynamisch während der Berechnung
- GUI-basierte OpenFOAM®-Features:
 - Gittermanipulation wie Extrusionen, Skalierung und Wandverfeinerung
 - mapFields: Übertragen von Ergebnissen von einem Fall auf einen neuen
 - Wandergebnisse wie Wandschubspannung, YPlus-Werte etc.

