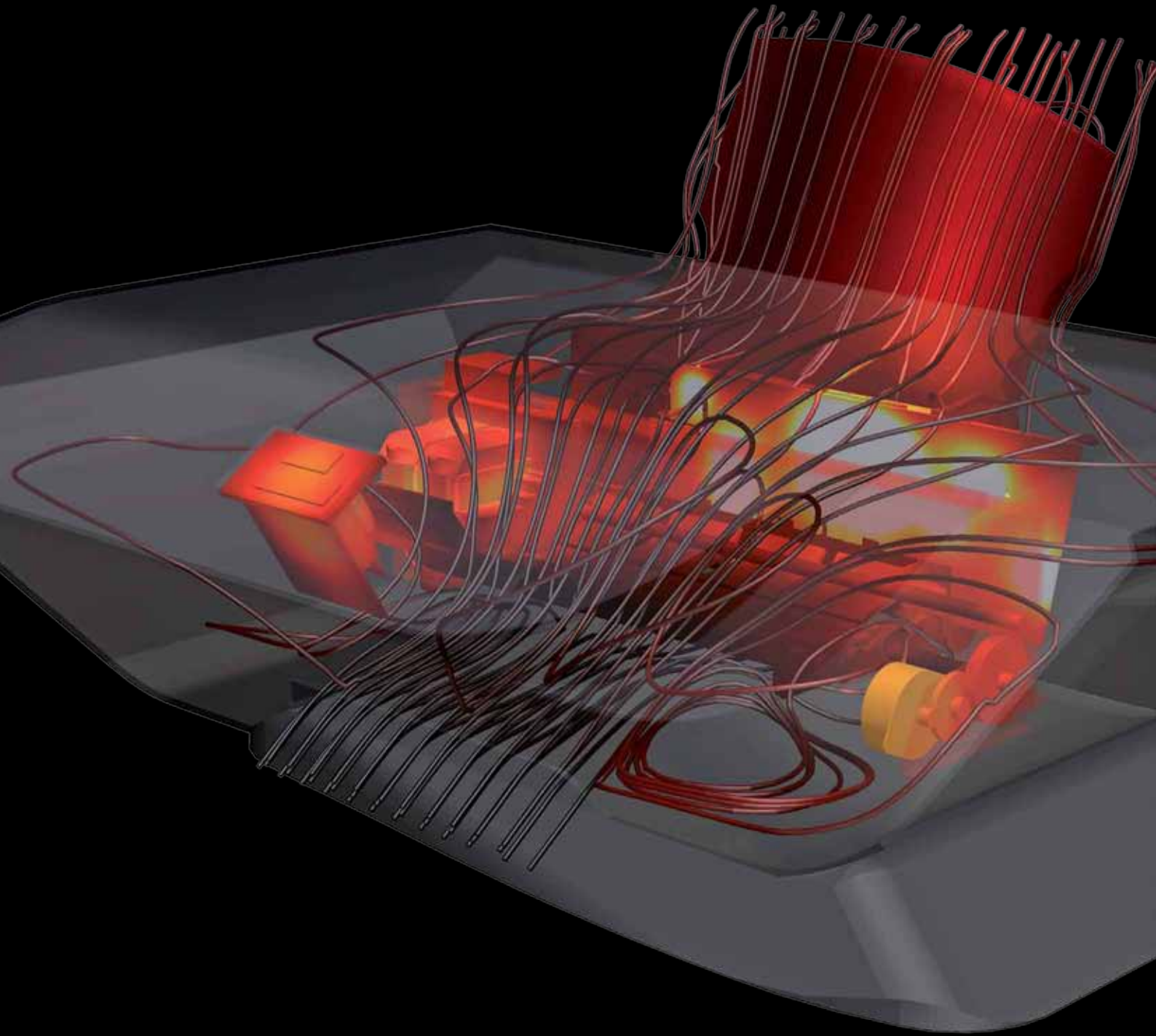


# Autodesk® Simulation CFD



# Inhalt

<b>Simulationsspektrum</b>	<b>3</b>
Strömung	3
Wärmeübertragung	3
Turbulenz	3
<b>Umgebung für Designstudien</b>	<b>4</b>
1. Automatisierung von Designstudien	4
2. Unterstützung der Entscheidungsfindung	6
3. Konstruktionsüberprüfung mit mehreren Szenarien	7
4. Modellzentrierte Oberfläche	8
5. Anpassbare Materialdatenbanken	9
<b>Intelligente automatische Netzgenerierung</b>	<b>11</b>
1. Automatische Netzdimensionierung	11
2. Lokale Größenanpassung	11
3. Geometrische Netzdiagnose	12
4. Erweiterung von Netzgrenzschichten	12
5. Netzverfeinerung in einzelnen Bereichen	12
6. Generierung extrudierter Netze	13
7. Volumenzunahmerate	13
8. Automatische Verfeinerung von Flächen	13
9. Verfeinerung von Spalten und schmalen Volumenkörpern	14
10. Flexibilität bei der Netzgenerierung	14
<b>Accelerant-Technologie für die FEM-Berechnung</b>	<b>15</b>
<b>Autodesk Simulation CFD HP</b>	<b>17</b>

# Simulationsspektrum

Mit den CFD-Werkzeugen für numerische Strömungsmechanik in Autodesk® Simulation CFD lassen sich Wärmeübertragungs- und Strömungsanalysen durchführen. Die Simulationswerkzeuge ermöglichen Prognosen der Produktleistung unter realistischen Bedingungen anhand zuverlässiger 3D-Simulationen von turbulenten und inkompressiblen Strömungen mit hoher Geschwindigkeit sowie Analysen zu Wärmeleitung und konvektiver Wärmeübertragung.

## Strömung

Bei der Strömungsanalyse wird untersucht, wie sich Flüssigkeiten und Gase in physischen Objekten und um diese herum bewegen.

Strömungen spielen bei der mechanischen Konstruktion häufig eine wichtige Rolle. Beispiele sind die aerodynamischen Eigenschaften von Flugzeugtragflächen, der Druckabfall an einem von Wasser durchströmten Ventil oder die Verteilung der Abgase durch den Abgaskrümmmer eines Fahrzeugs.

Die Funktionen für Strömungsanalysen in Autodesk Simulation CFD umfassen:

- Laminar
- Turbulent
- Inkompressibel
- Unterschall und schallnah
- Stationärer Zustand
- Kartesische 2D- und 3D-Koordinaten
- Axialsymmetrie (2D)
- Randbedingungen für Geschwindigkeit und Druck
- Randbedingungen für Volumen- und Massenstrom
- Externe Lüfterkennlinie mit Drehgeschwindigkeit und Schlupffaktor
- Schlupf/Symmetrie und unbekannt (natürlich)
- Räumlich periodische Randbedingungen
- Anfangsbedingungen für Geschwindigkeit und Druck

## Wärmeübertragung

Bei der Analyse der Wärmeübertragung wird untersucht, wie sich Energien durch Temperaturschwankungen verschieben.

Analysen dieser Art sind in vielen Branchen unverzichtbar, um eine hohe Leistung und Haltbarkeit von Produkten sicherzustellen. Typische Anwendungsbeispiele für CFD sind Prognosen der Temperatur von elektronischen Komponenten in Telekommunikationsmodulen, Untersuchungen der Raumtemperatur in vollbesetzten Tagungsräumen oder die Bewertung der Temperaturverteilung bei einem Fertigungsprozess.

Die Funktionen für Wärmeübertragungsanalysen in Autodesk Simulation CFD umfassen:

- Wärmeleitung
- Konvektion (mit automatischer Berechnung des Filmkoeffizienten)
- Erzwungene Konvektion (mit automatischem Übergang von Strömung zu Wärme)
- Natürliche Konvektion (von der Auftriebskraft gesteuert, mit Schwerkraftvektor)
- Berechnung der thermischen Behaglichkeit
- Konjugierte Wärmeübertragung (gleichzeitige Konduktion und Konvektion)
- Modi für Schnellanalysen: Natürliche und erzwungene Konvektion
- Randbedingungen für Temperatur, Filmkoeffizient und Strahlung
- Randbedingungen für bereichsbasierten und gesamten Wärmefluss
- Volumenbezogene und bauteilbezogene Randbedingungen für Wärmequellen
- Temperaturabhängige Randbedingungen für Wärmequellen mit benutzerdefinierter Sensorposition
- Anfangsbedingungen für die Temperatur

## Turbulenz

Turbulenz bezeichnet eine Strömungsart, die durch chaotische Fluktuationen gekennzeichnet ist. Da turbulente Strömungen in den meisten Konstruktionsbereichen auftreten, bietet Autodesk Simulation CFD verschiedene Turbulenzmodelle für zahlreiche Anwendungsbereiche.

Beispiele sind:

- k-epsilon
- k-epsilon mit niedriger Reynolds-Zahl
- RNG
- Konstante Wirbelviskosität
- Mischungsweg
- Automatischer Turbulenzbeginn (für nahtlose Integration von Turbulenz in die Lösung)
- Laminar

# Umgebung für Designstudien

Autodesk Simulation CFD bietet eine flexible, intuitive Umgebung für Strömungs- und Wärmestudien mit einzelnen oder mehreren Szenarien.

Folgende Funktionen sind enthalten:

1. Automatisierung von Designstudien
2. Unterstützung der Entscheidungsfindung
3. Konstruktionsüberprüfung mit mehreren Szenarien
4. Modellzentrierte Oberfläche
5. Anpassbare Materialdatenbanken

## 1. Automatisierung von Designstudien

Zur Automatisierung von Designstudien werden die nachfolgend genannten Elemente eingesetzt. Ihnen kommen jeweils unterschiedliche Funktionen zu, die in ihrer Gesamtheit Konstruktionsabläufe beschleunigen und die Effizienz erhöhen.

### Designstudien-Manager

Der Designstudien-Manager sorgt in Echtzeit für die Koordinierung des aktiven CAD-Modells und der Designstudien.

- Mit dem Designstudien-Manager können Sie das aktive CAD-Modell auf die Autodesk Simulation CFD-Konstruktionsstudie übertragen.
- Nehmen Sie die erforderlichen Einstellungen in Autodesk Simulation CFD vor, klonen Sie die Konstruktion, und kehren Sie für Konstruktionsänderungen zur CAD-Anwendung zurück.
- Mit dem Designstudien-Manager lassen sich die verschiedenen Konstruktionen ganz einfach aktualisieren.

### CAD-Objektgruppen

CAD-Objektgruppen sind im CAD-Modell erstellte zusammenhängende Teile oder Flächen.

- Modelleinstellungen können im CAD-System direkt dem Modell zugewiesen werden.
- Da die Speicherung der CAD-Objektgruppen im CAD-System erfolgt, stehen die Objektgruppen für künftige Designstudien zur Verfügung.
- Zusammen mit dem Designstudien-Generator und den passenden Regeln vereinfachen CAD-Objektgruppen die Erstellung verschiedener Designstudien mit derselben Gruppe von Bauteilen, da wiederholte Arbeitsschritte wegfallen.

### Designstudien-Generator

Der Designstudien-Generator ist ein leistungsstarkes Automatisierungswerkzeug zur Erstellung vollständiger Designstudien im CAD-System.

- Mit dem Konfigurationsverwaltungssystem der CAD-Anwendung können mehrere Konstruktionen verwaltet werden.
- Verwenden Sie den Designstudien-Generator, um alle Aspekte der Designstudie (Konstruktionsvarianten, Szenarien und Einstellungen) zu definieren.
- Um vorhandene Designstudien zu ergänzen, importieren Sie diese in den Designstudien-Generator, und konfigurieren Sie dort weitere Konstruktionsvarianten und Szenarien.

# Umgebung für Designstudien

## Vorlagen

Vorlagen sind „schlanke“ Dateien mit Modelleinstellungen für mindestens ein Konstruktionsszenario. Sie erhöhen bei Designstudien mit ähnlichen Einstellungen die Konsistenz. Um eine Reihe von Modelleinstellungen rasch zuzuweisen, wenden Sie einfach eine Vorlage auf die jeweilige Konstruktion an.

- Bei Verwendung von Vorlagen müssen Sie nicht mehrmals dieselben Einstellungen festlegen.
- Vorlagen sind ein praktischer Ausgangspunkt für die Einrichtung neuer Modelle in Autodesk Simulation CFD.
- Um die Konsistenz zu erhöhen, können Sie bekannte Einstellungen für mehrere Designstudien bereits vorab definieren.

## Regeln

Mithilfe von Regeln lassen sich Autodesk Simulation CFD-Einstellungen automatisch einem CAD-Objekt zuweisen.

- Regeln sind eine Möglichkeit, häufig verwendeten CAD-Bauteilen Einstellungen wie Randbedingungen und Materialien automatisch zuzuweisen.
- Beim Übertragen des CAD-Modells in die Autodesk Simulation CFD-Designstudie werden die eingerichteten Regeln automatisch angewendet.
- Regeln können auf der Grundlage bestehender Einstellungen oder mit dem intuitiven Regeleditor erstellt werden.

## Solver-Verwaltungsfunktion

Die Solver-Verwaltungsfunktion ermöglicht das Planen und Ausführen mehrerer Szenarien aus einer einzigen, kompakten Umgebung heraus.

- Sie sparen Zeit, indem Sie alle Szenarien mit der Solver-Verwaltungsfunktion steuern, statt jedes Szenario separat zu aktivieren und zu starten.
- Mit der Solver-Verwaltungsfunktion können Sie jedem Szenario einen Computer, einen Startbefehl und eine Startzeit zuweisen.

## Lösungsmonitor

Der Lösungsmonitor von Autodesk Simulation CFD ist ein eigenständiges Werkzeug zur Statusüberwachung bei Autodesk Simulation CFD-Analysen und den üblicherweise verwendeten Solver-Systemen.

Zu jedem Computer im Netzwerk stellt der Lösungsmonitor folgende Informationen bereit:

- Ausführungsort und Urheber von Simulationsanalysen
- In den laufenden Analysen aktuell untersuchte Variante oder Zeitschritt
- CPU-Ressourcenauslastung der einzelnen Systeme

Außerhalb der Autodesk Simulation CFD-Benutzeroberfläche kann der Lösungsmonitor über das Windows-Startmenü geöffnet werden.

# Umgebung für Designstudien

## 2. Unterstützung der Entscheidungsfindung

In einer unkomplizierten und dennoch leistungsstarken Umgebung können Sie Konstruktionsalternativen vergleichen.

Folgende Funktionen helfen Ihnen bei wichtigen Konstruktionsentscheidungen:

- Vergleich der Ergebnisse aus mehreren Szenarien
- Extraktion bestimmter Ergebniswerte
- Rasche Beurteilung von Konstruktionsalternativen hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit Vorgaben und Zielen

### Funktionalität

Für Ergebnisvergleiche können Sie Objekte aus einem einzelnen Szenario zusammenfassen und die entsprechenden Zusammenfassungsdaten aus allen Szenarien der Designstudie extrahieren.

- Ergebnisvergleich für Zusammenfassungsteile, -ebenen und -punkte mithilfe der Tabelle für kritische Werte, einer speziellen Tabelle für Konstrukteure
- Plotten von Zusammenfassungswerten zur schnellen Beurteilung der relativen Leistung verschiedener Szenarien im Verhältnis zu einem vorgegebenen Referenzwert (z. B. einer Abhängigkeit oder einer bekannten Beschränkung)

**Für folgende vier Objekttypen stehen kritische Werte zur Verfügung:**

### 1. Zusammenfassungsteile

- Bewertung der Ergebnisse für Fluid-Teile, Volumenkörper-Teile, interne Lüfter und Geräte in kompakten thermischen Modellen
- Zusammenfassungsteile dienen zur Beantwortung von Fragen wie „Welche Höchsttemperatur gilt für diese Chips?“ oder „Welche Betriebsbedingungen gelten für diesen Lüfter?“.

### 2. Zusammenfassungsebenen

- Zusammenfassungsebenen sind planare Schnittebenen an kritischen Positionen des Modells.
- Zusammenfassungsebenen dienen zur Beantwortung von Fragen wie „Bei welcher Konstruktionsvariante ist der Druckabfall am geringsten?“ oder „Welcher Strang des Krümmers weist die höchste Durchflussgeschwindigkeit auf?“.

### 3. Zusammenfassungspunkte

- Zusammenfassungspunkte sind Positionen eines Modells, an denen bestimmte Ergebnismengen überwacht werden.
- Zusammenfassungspunkte dienen zur Beantwortung von Fragen wie „Bei welcher Konstruktionsvariante ist die Geschwindigkeit oder die Temperaturverteilung über mehrere Punkte hinweg am gleichmäßigsten?“ oder „Überschreitet der Druck an einem Punkt nahe einer kritischen Komponente eine Konstruktionsgrenze?“.

### 4. Zusammenfassungen-XY-Plots

- Ergebnisvergleich durch Überlagern von XY-Plot-Daten aus mehreren Szenarien auf einem einzelnen Plot
- Zusammenfassungen-Plots dienen zur Beantwortung von Fragen wie „Inwiefern verändert sich der Druck im Strömungskanal durch Änderungen an der Konstruktion?“ oder „Wie reagiert der Temperaturgradient auf Konstruktionsänderungen?“.

## 3. Konstruktionsüberprüfung mit mehreren Szenarien

Bei herkömmlichen CAE-Werkzeugen ist es oft nicht leicht, Ergebnisse aus mehreren Analysen miteinander zu vergleichen. In einem komplexen Prozess muss für jede Analyse exakt dieselbe Ansicht eingerichtet werden, damit ein Abgleich überhaupt möglich wird.

Autodesk Simulation CFD ermöglicht eine Konstruktionsüberprüfung mit mehreren Szenarien auf dem Desktop und vereinfacht so die Entscheidungsfindung. In der Umgebung zur visuellen Überprüfung von Konstruktionen sind Ansichten und Informationen verfügbar, die die Analysen an sich nicht liefern.

Dies hat folgende Vorteile:

- Aussagekräftige Darstellung der Ergebnisse aus einzelnen Szenarien der Designstudie
- Übertragung der Ansicht auf alle Szenarien zum schnellen und einfachen Ergebnisvergleich für die gesamte Konstruktionsstudie mit konsistenter Ergebnisdarstellung
- Umfassende Informationen über die Leistung der unterschiedlichen Szenarien zur vereinfachten Auswahl der am besten geeigneten Konstruktionsvariante

Zahlreiche Szenarien lassen sich gleichzeitig miteinander vergleichen. Dabei stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Problemloser Vergleich der Ergebnisse aus Dutzenden von Szenarien
- Wechsel zwischen mehreren Darstellungen im selben Ansichtsfenster per VCR-Steuerung
- Direkter Vergleich von Darstellungen durch Ziehen einer Ansicht in ein separates Ansichtsfenster
- Aktivierung einer synchronen Navigation für alle Ansichtsfenster

## 4. Modellzentrierte Oberfläche

Das Kernstück der Autodesk Simulation CFD-Software ist die modellzentrierte Oberfläche.

Die modellorientierte Arbeitsweise während der gesamten Designstudienphase hat unter anderem folgende Vorteile:

- Einfach zu erlernende und anzuwendende Arbeitsabläufe
- Maximaler Platz auf dem Bildschirm zur optimierten Bearbeitung und Darstellung des Modells
- Weniger Unterbrechungen und Mausbewegungen, daher verstärkte Konzentration auf das Modell

### Einrichtung von Simulationen: Funktionalität

Dank der modellzentrierten Oberfläche stehen Ihnen jederzeit mehrere Methoden zur Interaktion mit dem Modell zur Verfügung. So können Sie nach Bedarf die jeweils passende Methode auswählen.

- Direkte Bearbeitung des Modells mit der Symbolleiste und dem Schnellbearbeitungsdialogfeld
- Modellnahe Arbeit abseits des Modells mit Auswahl- und Listendialogfeldern im verankerten Schnellbearbeitungsdialogfeld
- Definition von Einstellungen in der Leiste für Designstudien und Übertragung der Einstellungen durch Ziehen auf das jeweilige Modellobjekt
- Änderung von Modelldarstellung und Auswahlmodus sowie Gruppenverwaltung mit dem Kontextmenü (Rechtsklick)

### Visualisierung von Ergebnissen: Funktionalität

Sowohl die Extraktion von Ergebnissen als auch die Ergebnisvisualisierung können flexibel erfolgen.

- Extraktion quantitativer Ergebnisse (z. B. Teiletemperaturen, Punktpositionen und auf die Wände einwirkende Kräfte) direkt aus dem Modell
- Visualisierung von Ergebnissen direkt im Modell mit Ergebnisebenen und ISO-Oberflächen
- Verschieben und Drehen der Ergebnisebenen durch Ziehen der Dreiergruppe für die Ebenenposition
- Änderung der Darstellung und der angezeigten Ergebnismenge über die Symbolleiste und die Kontextmenüs für das Modell
- Änderung der Modelldarstellung und der Ergebnismenge mit den allgemeinen Kontextmenüs



## 5. Anpassbare Materialdatenbanken

Autodesk Simulation CFD bietet ein leistungsstarkes System zur Verwaltung von Materialsammlungen in anpassbaren Materialdatenbanken. Die Anpassungsmöglichkeiten sind insbesondere für Designstudien mit mehreren Szenarien hilfreich, die als Grundlage für wichtige Konstruktionsentscheidungen dienen.

### Materialbibliotheken: Funktionalität

Das Materialverwaltungssystem von Autodesk Simulation CFD bietet ein hohes Maß an Flexibilität.

- Erstellung benutzerdefinierter Datenbanken mit Sortierung der Materialien nach Projekt, Kunde, Konstruktionsphase usw.
- Datenbankverwaltungswerkzeuge zum Erstellen neuer Bibliotheken, Kopieren vorhandener Datenbanken und Importieren der Datenbanken anderer Anwender
- Gemeinsame Nutzung von Materialdatenbanken durch mehrere Autodesk Simulation CFD-Anwender im Unternehmen bei gleichzeitiger Verwaltung eigener lokaler Datenbanken

### Materialverwaltung: Funktionalität

Mithilfe der Material-Editorliste können Sie Materialien aus einer beliebigen Anzahl von Bibliotheken effizient verwalten.

- Sortierung von Materialien nach Typ oder Datenbank

- Suchfunktion zum schnellen Auffinden benötigter Materialien; Markierung häufig genutzter Materialien als Favoriten für noch schnellere Auswahl
- Erstellen, Kopieren und Löschen von Materialien, einfach per Drag-and-Drop mit der Maus oder über das Kontextmenü

### Vorinstallierte Materialdatenbank

Als Ergänzung zu den flexiblen Anpassungsmöglichkeiten ist im Lieferumfang von Autodesk Simulation CFD bereits eine Datenbank mit zahlreichen Materialien enthalten.

- Vorinstallierte Materialdatenbank mit einer umfangreichen Auswahl an Fluids, Volumenkörpern und herstellerspezifischen Geräteeigenschaften
- Erweiterung um neue Materialien bei den meisten Versionsaktualisierungen (Updates haben keine Auswirkungen auf benutzerdefinierte Materialdatenbanken)

Die folgende Liste bietet einen Überblick über die Flexibilität und Vielfalt der Materialdatenbanken von Autodesk Simulation CFD:

### Materialien und Gerätetypen

Materialien sind physikalische Substanzen, die die Grundlage der Autodesk Simulation CFD-Analyse bilden. Es gibt zwei unterschiedliche Materialtypen: Fluide und Festkörper. Die Geräte in den Materialdatenbanken stehen für tatsächliche physische Geräte. Mit ihnen lassen sich komplexe physikalische Phänomene durch einfache Geometrie simulieren.

In der Autodesk Simulation CFD-Konfiguration sind folgende Material- und Gerätetypen verfügbar:

- Fluid-Materialien (mit Funktionen für mehrere Fluids)
- Volumenkörpermaterialien (massiv und mit dünner Hülle)
- Gerätematerialien zur Darstellung von Übergangswiderständen
- Gerätematerialien zur Darstellung von verteilten Widerständen für die Simulation von Kühlplatten, Absperrwänden und anderen Hindernissen (massiv und mit dünner Hülle)
- Gerätematerialien zur Darstellung von internen Ventilatoren/Pumpen (mit Drehgeschwindigkeit und Schlupffaktor)
- Gerätematerialien zur Darstellung von Zentrifugalpumpen/-gebläsen
- Gerätematerialien zur Darstellung von Rückschlagventilen
- Gerätematerialien zur Darstellung von Leiterplatten
- Gerätematerialien zur Darstellung von kompakten thermischen Modellen (zwei Widerstände)
- Gerätematerialien zur Darstellung von Leitern
- Gerätematerialien zur Darstellung von LEDs
- Gerätematerialien zur Darstellung einer thermoelektrischen Kühlung

# Umgebung für Designstudien

## Materialeigenschaften

Eigenschaften sind die physikalischen Merkmale der in Autodesk Simulation CFD-Analysen verwendeten Materialien. In Autodesk Simulation CFD sind zahlreiche Materialien und deren Eigenschaften vorinstalliert, und mit dem leistungsstarken Materialverwaltungssystem lassen sich schnell und einfach angepasste Materialien erstellen.

Folgende Eigenschaften stehen zum Definieren von Materialien in Autodesk Simulation CFD zur Verfügung (nicht alle Eigenschaften können auf alle Materialtypen angewendet werden):

- Dichte
- Viskosität
- Wärmeleitfähigkeit
- Wärmeleitfähigkeit von orthotropen Volumenkörpermaterialien
- Spezifische Wärme
- Wandrauheit für Fluide und Volumenkörper
- Widerstandswerte für kartesische oder zylindrische Richtungen
- Durchflussgeschwindigkeit, Drehgeschwindigkeit und Schlupffaktor für interne Lüfter
- Durchflussgeschwindigkeit und Drehgeschwindigkeit für Zentrifugalgebläse
- Theta JB und Theta JC für kompakte thermische Modelle
- Gesamtmaterialstärke der Leiterplatte, Prozentsatz von Metallleitern und dielektrische Materialauswahl für Leiterplattengeräte
- Theta JB für LED-Geräte

## Variationsmethoden für Eigenschaften

Da bei industriellen Strömungs- und Wärmeanalysen eine Fülle an unterschiedlichen Flüssigkeiten und Gasen zum Einsatz kommt, reicht ein Standardansatz zum Festlegen von Eigenschaften nicht aus. In Autodesk Simulation CFD sind zur möglichst genauen Modellierung der physikalischen Situation verschiedene Variationsmethoden für Materialeigenschaften verfügbar.

- Umweltabhängige Variationen
- Konstant
- Zustandsgleichung
- Stückweise linear (benutzerdefinierte Abruftabellen)
- Potenzgesetz
- Polynom und reziprokes Polynom
- Arrhenius
- Sutherland
- Nicht-newtonsches Potenzgesetz, nicht-newtonsche Variationen nach Hershel Buckley und Carreau
- Variation mit Polymerviskosität erster Ordnung
- Variation mit Polymerviskosität zweiter Ordnung zur Simulation von nichtnewtonschen Fluids mit zwei Varianten

- Variation mit verteilten Widerständen und allgemeiner Richtung
- Variation mit verteilten Widerständen und freiem Flächenverhältnis
- Variation mit verteilten Widerständen und Reibungsfaktor
- Variation mit verteilten Widerständen und Kurve zum Verhältnis zwischen Druckhöhe und Kapazität bei unabhängiger Variablenauswahl
- Variation mit verteilten Widerständen und Durchlässigkeit
- Durchflussgeschwindigkeitsspezifikation für die Kurve zum Verhältnis zwischen Druckhöhe und Kapazität bei internen Lüftern und Gebläsen
- Benutzerdefinierte Widerstandsrichtungen: axial und zylindrisch
- Benutzerdefinierte Axialgeschwindigkeitsprofile für interne Lüfter
- Thermostatisch gesteuerte Axiallüfter und Zentrifugalgebläse
- Erstarrungseigenschaften

# Intelligente automatische Netzgenerierung

Mit der Technologie zur Netzgenerierung in Autodesk Simulation CFD werden komplexe 3D-Baugruppen für Simulationen angepasst. Die Software übernimmt somit die Arbeitsschritte, die viele Konstrukteure zu vermeiden versuchen. Da der Prozess automatisch abläuft, erweitert sich der Kreis an Anwendern, die mit Autodesk Simulation CFD ihre Produktivität steigern können.

Folgende Kernkomponenten für die automatische Netzgenerierung sind verfügbar:

1. Automatische Netzdimensionierung
2. Lokale Größenanpassung
3. Geometrische Netzdiagnose
4. Erweiterung von Netzgrenzschichten
5. Interaktive Netzverfeinerungsbereiche
6. Generierung extrudierter Netze
7. Volumenzunahmerate
8. Automatische Verfeinerung von Flächen
9. Verfeinerung von Spalten und schmalen Volumenkörpern
10. Flexibilität bei der Netzgenerierung

## 1. Automatische Netzdimensionierung

Die automatische Netzdimensionierung steht bei der Netzgenerierung mit Autodesk Simulation CFD im Mittelpunkt. Die automatische Netzdimensionierung definiert das Netz, indem sie eine umfassende topologische Untersuchung der Analysegeometrie durchführt und die Größe und Verteilung des Netzes für alle Kanten, Flächen und Volumenkörper ermittelt. Bei der Berechnung der Elementgrößen für die Netzverteilung berücksichtigt die automatische Netzdimensionierung die geometrische Krümmung, Gradienten und den Abstand zu benachbarten Geometrien.

Vorteile:

- Zeiteinsparung bei der Zuweisung von Netzgrößen und deutlich vereinfachte Einrichtung von Analysemodellen
- Effizientere Nutzung der Verarbeitungskapazitäten – je nach Bedarf an einigen Stellen feineres und an anderen Stellen gröberes Netz
- Höhere Lösungsgenauigkeit dank besserer Netzqualität und optimierter Netzübergänge
- Höhere Zuverlässigkeit der Lösungen – optimierte Netzübergänge für ein solides mathematisches Modell

## 2. Lokale Größenanpassung

Die automatische Netzdimensionierung berücksichtigt bei der Erstellung der Netzverteilung mehrere geometrische Faktoren. Mit der lokalen Größenanpassung kann das Netz mit grafischen Methoden dynamisch angepasst werden.

Vorteile:

- Anpassung des Netzes an die physikalischen Eigenschaften und Materialmodelle in Modellbereichen mit geringer geometrischer Krümmung
- Kontinuierliche Übergänge im gesamten Netz ohne Schwierigkeiten beim Kombinieren geänderter und gleichbleibender Einstellungen dank der Funktion zum Verteilen von Änderungen
- Befehl für einheitliche Netze bei Objekten – Vereinheitlichung der Längenskalen für ein Objekt, damit das Netz nicht variiert

# Intelligente automatische Netzgenerierung

## 3. Geometrische Netzdiagnose

Die Diagnosefunktion identifiziert Flächen und Kanten, die im Verhältnis zum übrigen Modell sehr dünn bzw. schmal sind. Die Ursachen hierfür liegen meist bei ungünstigen CAD-Abläufen, fehlenden Konstruktionskonzepten oder wiederholten Dateiformatumbänderungen.

Autodesk Simulation CFD enthält ein Werkzeug für die Mindestverfeinerungslänge, mit dem die automatische Netzdimensionierung so angepasst werden kann, dass schmale Kanten je nach Relevanz für die Simulation entweder in das Modell aufgenommen oder daraus ausgeschlossen werden.

Vorteile:

- Identifizierung und Behebung geometrischer Probleme wie unverhältnismäßig schmaler Kanten und problematischer Oberflächen (z. B. Spitzen, versetzte Oberflächen und kleine Ringe) vor der Netzgenerierung
- Anpassung des Einflusses von schmalen Kanten auf das Netz ohne Änderungen am CAD-Modell

## 4. Erweiterung von Netzgrenzschichten

Mit der Funktion zur Erweiterung von Netzgrenzschichten werden dem Fluid-Netz an allen Schnittstellen zwischen dem Fluid und der Wand sowie zwischen dem Fluid und einem Volumenkörper automatisch Elementschichten hinzugefügt. Die Höhe des Netzes variiert über den angrenzenden Flächen leicht, sodass glatte Übergänge entstehen.

Vorteile:

- Gleichmäßige Netzverteilung an allen Wänden für exakte Strömungs- und Temperaturprognosen sowie optimale Ergebnisvisualisierung
- Optimiertes Netz in engen Spalten zur Erfassung von Details bei kleineren Teilen

### Automatische Schichtanpassung

- Als Ergänzung zur Netzerweiterung wird bei der automatischen Schichtanpassung der Abstand zwischen der Wand und den nächsten Fluid-Knoten variiert, sodass sich der  $Y^+$ -Wert immer im optimalen Bereich für turbulente Strömungen bewegt.
- Ein geeigneter  $Y^+$ -Wert ist für die exakte Berechnung der Schubspannung in externen Strömungen (z. B. bei der Fahrzeugaerodynamik) wichtig.

## 5. Netzverfeinerung in einzelnen Bereichen

Die lokale Größenanpassung eignet sich sehr gut zum Bearbeiten der Netzverteilung bei geometrischen Objekten. Wenn jedoch eine Energieströmung in einem Bereich ohne auswählbare geometrische Objekte zu erwarten ist, empfiehlt sich die Netzverfeinerung in einzelnen Bereichen.

Für die Verfeinerungsbereiche sind verschiedene Formen und eine interaktive Navigation verfügbar, sodass eine exakte Abdeckung des verfeinerten Netzes gewährleistet bleibt. Die Netzverteilung kann entweder gleichmäßig oder entsprechend den Längenskalen der Umgebungsgeometrie räumlich variierend erfolgen. Dabei handelt es sich um Eigenschaften des Simulationsmodells, nicht um Bestandteile der CAD-Geometrie.

Vorteile:

- Erhöhte Genauigkeit und Effizienz von Lösungen durch gezielte Netzverfeinerung nur in kritischen Bereichen
- Verzicht auf überflüssige Teile im CAD-Modell, die nur zur Netzverfeinerung dienen

## 6. Generierung extrudierter Netze

Bei der Generierung extrudierter Netze werden mehrere Schichten mit Prismenelementen über die Länge einheitlicher Querschnittsteile hinweg erstellt. Die automatische Extrusionsdimensionierung ermittelt dabei das Wachstum, sodass ein kontinuierlicher Übergang zwischen dem Flächennetz und den Extrusionsschichten entsteht. Anhand benutzerdefinierter Wachstumsparameter werden die Anzahl der Schichten und das Wachstum an den Übergängen zwischen den Schichten automatisch von Autodesk Simulation CFD berechnet.

Zusätzlich steht ein manueller Modus zur Verfügung, in dem der Anwender das Schichtenwachstum und die Anzahl der Schichten selbst steuern kann.

Vorteile:

- Vereinfachte Einrichtung dank automatischer Extrusionsdimensionierung für Kontinuität mit dem Umgebungsnetz und effizientes Wachstum der Extrusionsschichten
- Beschleunigte Simulation durch geringere Anzahl von Elementen in Teilen mit großem Seitenverhältnis
- Verbesserte Strömungsgenauigkeit in Modellen mit hohem Formwiderstand, z. B. bei Rohren

## 7. Volumenzunahmerate

Die Volumenzunahmerate ist Bestandteil der automatischen Netzdimensionierung und steuert, um wie viel (oder wenig) das Netz in größeren, mit nur wenigen Details versehenen Bereichen wachsen kann. Verfeinerungsbereiche eignen sich gut für die Bearbeitung des Netzes in einem bestimmten Bereich, während eine Volumenzunahmerate Ihnen zusätzliche Kontrolle über das Volumennetz im gesamten Modell verleiht.

Vorteile:

- Genauere Ergebnisse für Strömung und Temperatur durch Steuerung des Elementwachstums in offenen Bereichen
- Intuitiver, als Prozentsatz angegebener Wachstumsparameter zur einfachen Festlegung des Netzwachstums für genauere Prognosen der Modellgröße

## 8. Automatische Verfeinerung von Flächen

Die automatische Flächenverfeinerung ist Bestandteil der automatischen Netzdimensionierung und bietet die Möglichkeit, isotropische Variationen der Längenskala bei Modellflächen direkt zu steuern. Das Werkzeug unterstützt die explizite Steuerung von Übergangsraten und ermöglicht es dem Anwender, die Wachstumsrate für Flächennetze anzugeben.

Vorteile:

- Optimierung des Netzes bei Flächen mit geringer Krümmung oder wenigen Kanten
- Möglichkeit zur Variation der Dicke von erweiterten Netzgrenzschichten im gesamten Netz
- Möglichkeit zur Verfeinerung von Spalten und schmalen Volumenkörpern

# Intelligente automatische Netzgenerierung

## 9. Verfeinerung von Spalten und schmalen Volumenkörpern

Spalten und schmale Volumenkörper sind in vielen mechanischen Geräten zu finden und erschweren häufig die Netzgenerierung. Dieses Werkzeug behebt das Problem durch die gezielte Verfeinerung enger Spalten (auch wenn diese zu verschiedenen Teilen gehören) und langer, schmaler Volumenkörper.

Da die Funktionsweise vieler Geräte auf einer Strömung beruht, die durch die engen Spalten fließt, ist die Netzgestaltung an diesen Stellen besonders wichtig. Sie können ganz einfach die Verfeinerungslänge verringern, sodass diese kleiner als die jeweilige Spalte ist, und dann die gewünschte Anzahl an Elementen innerhalb der Spalte festlegen. Auf diese Weise erhalten Sie für die Spalte ein Netz, das fein genug ist, um die hindurchfließende Strömung aufzulösen.

Es gibt jedoch auch Spalten, die weniger wichtig sind und sich dennoch nur schwerlich aus dem CAD-Modell entfernen lassen. Erhöhen Sie in diesem Fall die Verfeinerungslänge, sodass sie die Größe der Spalte überschreitet, und definieren Sie in der Spalte nur ein einziges Element. Sie erhalten für die Spalte ein Netz mit nur einer Elementschicht. Sie ist zwar noch Teil des Modells, wird jedoch von der Strömung quasi „ignoriert“.

Vorteile:

- Steuerung des Netzes in kritischen und unkritischen Spalten
- Erhöhte Genauigkeit in kleinen Leerräumen und optimale Analyse der Wärmeübertragung in schmalen Volumenkörpern
- Verbesserte Leistung der Lösungen, da das Netz nur in wichtigen Spalten verfeinert wird

## 10. Flexibilität bei der Netzgenerierung

Dank der modellzentrierten Umgebung können Sie selbst entscheiden, zu welchem Zeitpunkt und unter welchen Bedingungen Sie das Netz erstellen möchten.

In bestimmten Fällen empfiehlt es sich, das Netz vor der Analyse zu generieren und zu überprüfen. Dies gilt insbesondere für sehr komplexe Systeme und völlig neue Konstruktionsvarianten. Mit dem Befehl zur Netzgenerierung wird das Netz erstellt.

In anderen Fällen können Sie einfach mit der Arbeit beginnen und bis zur Fertigstellung der Lösung auf Prüfungen verzichten. Diese Methode eignet sich für einfachere Geräte und für Konstruktionsvarianten, bei denen das Netz bereits weitgehend fertiggestellt ist und nicht mehr umfassend überprüft werden muss. Legen Sie in einem solchen Fall einfach die Anzahl der Varianten fest, und klicken Sie auf die Startschaltfläche. Das Netz wird generiert, und die Lösung beginnt automatisch.

Vorteile:

- Netzgenerierung nach eigenem Ermessen
- Überprüfung des Netzes beim ersten Konstruktionsversuch
- Automatische Netzgenerierung für alle Szenarien bei der Planung von Analysen mit der Solver-Verwaltungsfunktion

# Accelerant-Technologie für die FEM-Berechnung

Die Accelerant™-Solver-Technologie setzt sich aus mehreren hochentwickelten, intelligenten Komponenten zusammen, die alle für die schnelle und effiziente Bereitstellung von äußerst präzisen, zuverlässigen Ergebnissen optimiert sind.

## FEM-Ansatz

Der FEM-Ansatz kommt in Autodesk Simulation CFD vor allem wegen seiner Flexibilität bei der Modellierung beliebiger geometrischer Formen zur Anwendung.

Mit der FEM-Methode werden in Autodesk Simulation CFD die zugrunde liegenden partiellen Differentialgleichungen auf eine Reihe von algebraischen Gleichungen reduziert. Die abhängigen Variablen werden durch polynomiale Formfunktionen für einen kleinen Bereich oder Raum (auch als Element bezeichnet) dargestellt. Diese Darstellungen werden in die zugrunde liegenden partiellen Differentialgleichungen eingefügt.

Mit der Galerkin-Methode der gewichteten Residuen werden die zugrunde liegenden partiellen Differentialgleichungen für ein Element oder einen Raum integriert, nachdem sie mit einer Gewichtsfunktion multipliziert wurden. Die abhängigen Variablen werden im Element als Formfunktion dargestellt, die dieselbe Form hat wie die Gewichtsfunktion. Die Formfunktion kann unterschiedliche Formen haben. Die Anwendung finiter Elemente auf eine beliebige geometrische Form bleibt immer gleich.

Die wichtigsten Vorteile der FEM-Methode sind:

- Mathematisch konsequenterer Ansatz als beim Finite-Volumen-Verfahren oder der Finite-Differenzen-Methode
- Verwendung natürlicher Randbedingungen für Flüsse
- Master-Element-Formulierung
- Mehr Flexibilität bei der Modellierung komplexer Geometrien

## Ergebnismengen und Ausgabe

Sobald alle Varianten analysiert und die Szenarien konvergiert wurden, gilt es, die Ergebnisse zu überprüfen und eventuelle Fragen zu klären. Autodesk Simulation CFD liefert eine Reihe von Ergebnismengen und somit umfangreiche Informationen zur Unterstützung der Entscheidungsfindung. Verfügbare Ergebnismengen sind:

Geschwindigkeit

Druck

Temperatur

Dichte

Viskosität

Leitfähigkeit

Spezifische Wärme

Turbulente kinetische Energie

Turbulente Energiedissipation

Effektive Viskosität

Effektive Leitfähigkeit

Y+-Wert des Wandmodells

Schubspannung an der Wand

Turbulenzintensität

Wandkräfte

Absolute Geschwindigkeit

Absoluter statischer Druck

Wirbelstärke

Dehngeschwindigkeit

Druckkoeffizient

Schubspannung

Temperaturgradient

Knoten-Seitenverhältnis

Mittleres lokales Alter der Luft

Wärmefluss an Wänden

Filmkoeffizient an Wänden

Thermische Behaglichkeit

Zusammenfassung der Wärmeeigenschaften von Komponenten

Pop-up-Fenster zu den Ergebnissen thermischer Geräte

Export als Tecplot-, Fieldview- und knotenbasierte Ausgabedateien

Export von Druck- und Temperaturdaten für FEM-Berechnungen in Nastran, Ansys®, Abaqus, I-deas® und Cosmos

Export von Temperaturdaten für Mechanica

# Accelerant-Technologie für die FEM-Berechnung

## Accelerant-Solver

Der Accelerant-Solver ist ein Krylow-Solver für dünnbesetzte Matrizen mit zweistufiger Vorkonditionierung. Die beiden Vorkonditionierungsstufen werden von einem Grenzwert für die Thermoabschaltung gesteuert und bei einer Faktorzerlegung erzeugt. Nach der Faktorzerlegung erfolgt der Einsatz im iterativen Konvergenzkreis.

- Bei symmetrischen Matrizen wird für die iterativen Kreise eine Konjugierte-Gradienten-Minimierung verwendet.
- Bei nichtsymmetrischen Matrizen kommt das Lanczos-Verfahren zum Einsatz.

Mithilfe einer Optimierungsfunktion zur Minimierung der CPU-Auslastung werden die Grenzwerte für die Thermoabschaltung ermittelt.

## Intelligente Lösungssteuerung

Die intelligente Lösungssteuerung ist ein entscheidender Faktor für die Zuverlässigkeit von Autodesk Simulation CFD. Autodesk Simulation CFD bewertet unter Verwendung der Steuerungstheorie die Trends im Hinblick auf alle Freiheitsgrade und passt dann automatisch die Konvergenzsteuerung und die Größe der zeitlichen Schritte zum Erreichen einer Lösung an.

- Wenn eine Lösung numerisch instabil zu werden droht, verlangsamt die intelligente Lösungssteuerung automatisch den Lösungsfortschritt.
- Ebenso wird der Lösungsprozess beschleunigt, wenn eine Lösung stabil ist und schneller voranschreiten soll, um die Simulationszeit zu verkürzen.

Unabhängig von der Situation überwacht die intelligente Lösungssteuerung durchgehend die Numerik und passt den Prozess immer wieder an, um eine stabile, effiziente Simulation für die Konstruktionsstudie zu erzielen.

## Automatische Konvergenzbewertung

Bei der automatischen Konvergenzbewertung wird das Lösungsfeld gezielt überwacht, und die Simulation wird automatisch angehalten, wenn numerische Konvergenz erreicht ist. So müssen Sie nicht mehr schätzen, wann die Lösung vollständig ist.

Kleinere und größere Frequenzänderungen werden im Lösungsfeld überwacht, und die lokalen und globalen Fluktuationen im Hinblick auf alle Freiheitsgrade werden bewertet. In die Bewertung fließen mehrere Parameter ein. Sie können die Schwellenwerte jeweils passend zum Analysetyp ändern.



Für effektive Konstruktionsabläufe sind unabhängig von der Komplexität der Geräte schnelle Simulationen erforderlich. Angesichts des hohen Wettbewerbsdrucks reicht es heute nicht mehr aus, erst am Ende des Konstruktionszyklus eine Analyse zur Verifizierung durchzuführen. Frühzeitige und mit hoher Frequenz durchgeführte Simulationen sind inzwischen ein grundlegender Bestandteil des Konstruktionsprozesses.

Das Autodesk Simulation CFD-Team ist mit diesen Herausforderungen bestens vertraut und sucht stets nach Möglichkeiten, ihnen mit den neuesten Technologien effektiv zu begegnen. Eine dieser Innovationen, das verteilte Rechnen, hat die Entwicklung von Autodesk Simulation CFD HPC ermöglicht.

## Vorteile

Das Autodesk Simulation CFD HPC-Modul beschleunigt Designstudien und steigert so die Effektivität und Produktivität.

Viele Software-Anbieter betonen bei ihren Lösungen für verteiltes Rechnen Eigenschaften wie die „verbesserte Leistung“, jedoch ist die Zeiteinsparung bei Analysen ein wesentlich wichtiger Faktor.

Wer Zeit einspart, kann eine höhere Anzahl an Analysen durchführen, welche wiederum ein umfassenderes Spektrum an Innovationen, hochwertigere Konstruktionen und eine verbesserte Wettbewerbsposition ermöglichen.

Für einen optimalen Einsatz von HPC-Lösungen (High-Performance Computing, Hochleistungsrechnen) sind nicht zwangsweise massive Investitionen in neue Hardware erforderlich. Ein Nehalem-basiertes Multicore-System ist beispielsweise in der Anschaffung relativ kostengünstig und sorgt in Kombination mit Autodesk Simulation CFD HPC bereits für deutliche Zeiteinsparungen.

Viele Unternehmen können sich auch eine Cluster-Umgebung mit mehreren Knoten leisten und unter Verwendung des HPC-Moduls von beschleunigten Simulationsabläufen profitieren.

## HPC für Upfront-CFD-Analysen

Autodesk Simulation CFD HPC ergänzt Upfront-CFD-Analysen um HPC-Funktionen. Vereinfacht ausgedrückt, ermöglicht HPC eine schnelle Erstellung und Analyse zahlreicher Modelle, da aktuelle Multiprozessor-Hardware zum Einsatz kommt. HPC-Hardware lässt sich in zwei grundlegende Typen unterteilen: Rechencluster und Multicore-Computer.

- Ein Rechencluster besteht aus einer Gruppe von Computern (oft als Knoten bezeichnet), die über ein Hochgeschwindigkeitsnetzwerk (meist InfiniBand, eine hochleistungsfähige Ethernet-Verbindung) miteinander verbunden sind.
- Ein Multicore-Computer ist hingegen ein Computer mit mehreren CPU-Cores.

Bei Analysen mit dem HPC-Modul wird das Modell in gleich große Teile aufgespalten und entweder auf die Knoten eines Clusters oder auf die Cores eines Multicore-Computers verteilt. Wenn die Berechnungen für die einzelnen Teile abgeschlossen sind, werden diese an den Ursprungscomputer zurückgesendet, die Hauptanordnung wird neu erstellt, und die Ergebnisse werden angezeigt.

Microsoft MPI (Message Passing Interface) verwaltet dabei die Kommunikation zwischen allen Cores und Knoten. Da MPI Hardware-gesteuert arbeitet, wird automatisch die benötigte Verteilungsart (mehrere Cores/mehrere Knoten) erkannt und das passende Messaging-Protokoll konfiguriert. Bei Multicore-Computern nutzt MPI zur Verteilung Speicherkopien für jeden Core. Bei Clustern erfolgt die Verteilung über Speicherkopien für jeden Core und Sockets für jeden Knoten.

Autodesk Simulation CFD nutzt die MPI-Technologie sowohl für Cluster als auch für Multicore-Computer. Der einheitliche Ansatz ist ein wichtiger Vorteil, da Autodesk auf diese Weise mit dem Autodesk Simulation CFD-Standardpaket HPC-Unterstützung für einen einzelnen Computer und bis zu vier Cores anbieten kann. Um mehrere Cores zu nutzen und von den damit verbundenen Zeiteinsparungen zu profitieren, fügen Sie einfach das HPC-Modul Ihrer Autodesk Simulation CFD-Produktkonfiguration hinzu.

## Vergleich der Autodesk Simulation CFD-Produkte

	Autodesk Simulation CFD	Autodesk Simulation CFD Advanced	Autodesk Simulation CFD Motion
<b>Strömung</b>			
Laminare Strömung	✓	✓	✓
Turbulente Strömung	✓	✓	✓
Inkompressible Strömung	✓	✓	✓
Unterschallströmung und schallnahe Strömung	✓	✓	✓
Stationärer Zustand (zeitunabhängig)	✓	✓	✓
Kartesische 2D- und 3D-Koordinaten	✓	✓	✓
Axialsymmetrie (2D)	✓	✓	✓
Randbedingungen für Geschwindigkeit und Druck	✓	✓	✓
Randbedingungen für Volumen- und Massenstrom	✓	✓	✓
Externe Lüfterkennlinie mit Drehgeschwindigkeit und Schlupffaktor	✓	✓	✓
Gleiten/Symmetrie und unbekannt (natürlich)	✓	✓	✓
Räumlich periodische Randbedingungen	✓	✓	✓
Anfangsbedingungen für Geschwindigkeit und Druck	✓	✓	✓
Kompressible Überschallströmungen		✓	✓
Instationäre Strömungen (zeitabhängig)		✓	✓
Zweiphasenströmungen (Wasser-/Dampfgemisch)		✓	✓
Fluidhöhe		✓	✓
Skalare Vermischung zweier Fluids		✓	✓
Kompressible Flüssigkeitsströmungen (Druckschlag)		✓	✓
Kavitation		✓	✓
<b>Wärmeübertragung</b>			
Wärmeleitung	✓	✓	✓
Konvektion (mit automatischer Berechnung des Filmkoeffizienten)	✓	✓	✓
Zwangskonvektion (mit automatischem Übergang von Strömung zu Wärme)	✓	✓	✓
Naturkonvektion (von der Auftriebskraft gesteuert, mit Schwerkraftvektor)	✓	✓	✓
Berechnung der thermischen Behaglichkeit	✓	✓	✓
Konjugierte Wärmeübertragung (gleichzeitige Konduktion und Konvektion)	✓	✓	✓
Randbedingungen für Temperatur, Filmkoeffizient und Strahlung	✓	✓	✓
Randbedingungen für bereichsbasierten und gesamten Wärmefluss	✓	✓	✓
Randbedingungen für volumenbasierte und gesamte Wärmequellen	✓	✓	✓
Temperaturabhängige Randbedingungen für Wärmequellen mit benutzerdefinierter Sensorposition	✓	✓	✓
Anfangsbedingungen für die Temperatur	✓	✓	✓
Interne Wärmeübertragung durch Strahlung		✓	✓
Strahlung durch durchlässige Medien		✓	✓
Thermische Belastung durch Sonneneinstrahlung		✓	✓
Temperaturabhängiger Emissionsgrad		✓	✓
Joulesche Erwärmung mit temperaturabhängigem spezifischem Widerstand		✓	✓

## Vergleich der Autodesk Simulation CFD-Produkte

	Autodesk Simulation CFD	Autodesk Simulation CFD Advanced	Autodesk Simulation CFD Motion
<b>Turbulenzmodelle</b>			
k-epsilon	✓	✓	✓
k-epsilon mit niedriger Reynolds-Zahl	✓	✓	✓
RNG	✓	✓	✓
Konstante Wirbelviskosität	✓	✓	✓
Mischungsweg	✓	✓	✓
Automatischer Turbulenzbeginn (für nahtlose Integration von Turbulenz in die Lösung)	✓	✓	✓
Laminar	✓	✓	✓
<b>Bewegung</b>			
Linear			✓
Winkel			✓
Rotation/Strömungsmaschinen			✓
Kombination aus Linear- und Winkelbewegung			✓
Kombination aus Kreis- und Winkelbewegung			✓
Nutation			✓
Drehschieber			✓
Bewegung ohne Abhängigkeiten			✓
<b>Umgebung für Konstruktionsstudien</b>			
Automatisierung von Konstruktionsstudien	✓	✓	✓
Unterstützung der Entscheidungsfindung	✓	✓	✓
Konstruktionsüberprüfung mit mehreren Szenarien	✓	✓	✓
Modellzentrierte Oberfläche	✓	✓	✓
Anpassbare Materialdatenbanken	✓	✓	✓
<b>Intelligente Netzgenerierung</b>			
Automatische Netzdimensionierung	✓	✓	✓
Lokale Größenanpassung	✓	✓	✓
Geometrische Netzdiagnose	✓	✓	✓
Erweiterung von Netzgrenzschichten	✓	✓	✓
Interaktive Netzverfeinerungsbereiche	✓	✓	✓
Extrusion	✓	✓	✓
Angabe der Netzvolumenzunahmerate	✓	✓	✓
Flächenbasierte Netzverteilung und -verfeinerung	✓	✓	✓
Verfeinerung von Spalten und schmalen Volumenkörpern	✓	✓	✓
Flexibilität bei der Netzgenerierung	✓	✓	✓

# Digital Prototyping für die Fertigungsindustrie

Autodesk ist ein führender Anbieter von Konstruktionssoftware, der Unternehmen Werkzeuge zur Verfügung stellt, mit denen sie ihre Ideen noch vor der Realisierung erlebbar machen können. Mit leistungsstarker Technologie für die digitale Produktentwicklung revolutioniert und optimiert Autodesk den Konstruktionsprozess in Mechanik und Maschinenbau. Die innovative Lösung zeichnet sich vor allem durch ihre einzigartige Skalierbarkeit, Kompatibilität und Kosteneffizienz aus. Die leichte Integration in vorhandene Prozesse ermöglicht es Fertigungsunternehmen jeder Größenordnung, von den Vorteilen der digitalen Produktentwicklung zu profitieren, und ebnet den Weg für den Einsatz eines zentralen, abteilungsübergreifenden digitalen Modells.

Überreicht durch:

**MF SOFTWARE**  
Sales & Service Group



Robert-Bosch-Str. 7  
D-64293 Darmstadt

Tel.: +49 6151 8504 0  
email: kontakt@moldflow.eu  
internet: www.moldflow.eu

Weiteres Informationsmaterial zu den Autodesk Produkten bekommen Sie über die Autodesk Infoline unter:  
**0049 / (0)180 - 5 22 59 59\***

\* 14 Cent pro Minute aus dem deutschen Festnetz, 42 Cent pro Minute aus deutschen Mobilfunknetzen. Bei internationalen Gesprächen fallen die üblichen Auslandsgebühren an.

Oder besuchen Sie uns im Internet unter  
[www.autodesk.de](http://www.autodesk.de)

[www.bsa.org](http://www.bsa.org)



Zeigen Sie Software-Piraterie unter  
**0049 / (0)180 - 5 22 59 59\* an.**

**Autodesk GmbH**  
Aidenbachstraße 56  
D-81379 München

**Autodesk Ges.m.b.H**  
Dr.-Schauer-Straße 26  
A-4600 Wels

**Autodesk S.A.**  
Puits-Godet 6  
CH-2002 Neuchâtel

## Weitere Informationen

Wenden Sie sich mit Ihren Fragen an einen Autodesk-Fachhändler, der Ihnen mit hervorragendem Produktwissen, umfassenden Branchenkenntnissen und weiteren zusätzlichen, über den reinen Softwareverkauf hinausgehenden Leistungen zur Seite steht. Lizenzen von Autodesk Simulation CFD sind bei einem Autodesk Premier Solutions Provider oder einem Autodesk-Fachhändler erhältlich. Unter [www.autodesk.de/haendler](http://www.autodesk.de/haendler) finden Sie einen Fachhändler in Ihrer Nähe.

Weitere Informationen zu Autodesk Simulation CFD finden Sie unter [www.autodesk.de/simulationcfd](http://www.autodesk.de/simulationcfd).

## Aus- und Weiterbildungsprogramm

Ganz gleich, ob Sie sich für Schulungen unter der Leitung von Dozenten oder mit freier Zeiteinteilung, Online-Kurse oder Lehrmaterial interessieren – Autodesk hat für jeden Bedarf eine Lösung parat. Profitieren Sie vom Know-how der Experten in den Autodesk Authorized Training Centers (ATC®), nutzen Sie die online und im Buchhandel erhältlichen Lernprogramme für das Selbststudium, und stellen Sie Ihre Fähigkeiten mit einer Autodesk-Zertifizierung unter Beweis. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.autodesk.de/atc](http://www.autodesk.de/atc).

## Service- und Supportleistungen von Autodesk

Sichern Sie sich unmittelbare Geschäftsvorteile, und profitieren Sie von effizienteren Arbeitsabläufen beim Einsatz Ihrer Autodesk-Lösung. Die attraktiven Kaufoptionen, Begleitprodukte, Beratungs- und Supportleistungen sowie Schulungen von Autodesk und seinen Partnern gewährleisten eine maximale Investitionsrendite sowie Produktivität und mehr Wettbewerbsvorteile für Kunden sämtlicher Branchen. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.autodesk.de/support](http://www.autodesk.de/support).

## Autodesk Subscription

Mit Autodesk® Subscription haben Sie direkten Zugriff auf Software-Upgrades sowie exklusiven Zugang zu Service- und Supportleistungen, mit denen Sie Ihre Autodesk-Programme optimal nutzen können. Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.autodesk.de/subscription](http://www.autodesk.de/subscription).

Autodesk ist eine eingetragene Marke von Autodesk, Inc. und/oder ihrer Tochtergesellschaften bzw. verbundener Unternehmen in den USA und/oder anderen Ländern. Alle anderen Marken, Produktnamen und Kennzeichen sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Autodesk behält sich vor, Produkt- und Serviceangebote sowie Spezifikationen und Preise jederzeit ohne vorherige Benachrichtigung zu ändern. Autodesk übernimmt keine Gewährleistung für die Richtigkeit der Angaben. © 2012 Autodesk, Inc. Alle Rechte vorbehalten.