

FLOWMASTER: 1D-CFD-ANALYSE

Eine Dimension ist manchmal mehr

BERECHNUNG KOMPLEXER LEITUNGSSYSTEME

Leitungssysteme in Kühlkreisläufen, verfahrenstechnischen Anlagen oder Versorgungssystemen bestehen aus einer Vielzahl von Komponenten und unterliegen ausgesprochen komplexen Zusammenhängen. Zunehmend setzen Hersteller und Betreiber für die Systemauslegung und die Schadensanalyse CFD-Programme ein, die auf einem numerisch-empirischen Ansatz basieren. Mit dem Simulationssystem Flowmaster lassen sich Leitungssysteme schnell modellieren und berechnen. Die Praxis kann das bestätigen.

THERMISCHE VERHÄLTNISSE.

Geöffnete Motorhauben, die den Blick freigeben auf dampfende und zischende Kühler und vom thermischen KO des Kühlsystems zeugen, gehören längst zu den nostalgischen Erinnerungen vergangener

Österreichurlaube. Aber auch wenn der Kühler heute nicht mehr kocht, bedeutet das noch lange nicht, dass das Kühlsystem mit einem optimalen Wirkungsgrad operiert.

Der Kühlkreislauf eines Kraftfahrzeugs etwa, die Treibstoffver-

sorgung eines Flugzeuges oder die weit verzweigten Leitungssysteme von Versorgungsunternehmen haben gemeinsam, dass ihre Auslegung für unterschiedliche Betriebszustände unter strömungsmechanischen und thermischen Gesichts-

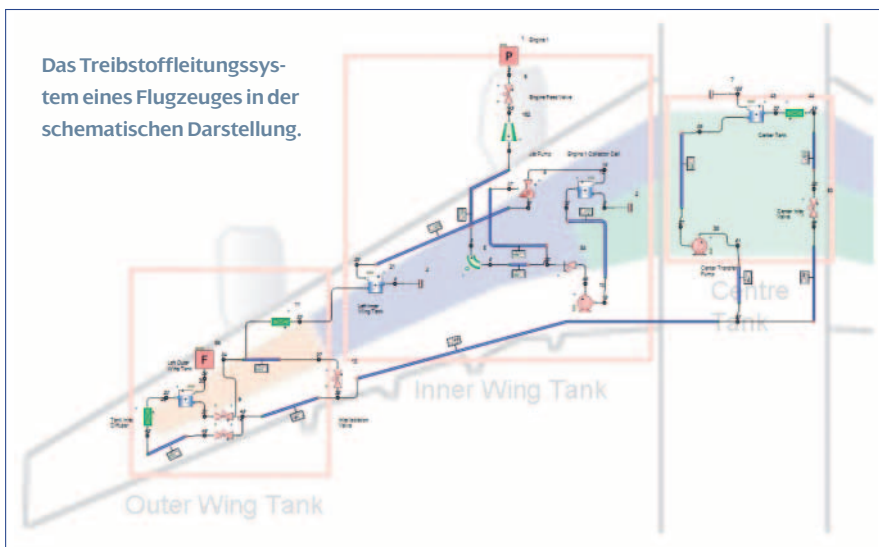
1D-SIMULATIONSLÖSUNGEN HABEN, VIELLEICHT AUFGRUND IHRER WENIG SPEKTAKULÄREN ERGEBNISDARSTELLUNGEN, IM SCHATTEN DER 3D-CFD-SIMULATION GESTANDEN. ABER DER SCHEIN TRÜGT.

punkten eine äußerst komplexe Aufgabenstellung ist.

Neben den rein funktionalen Anforderungen müssen dabei immer stärker auch ökologisch-ökonomische Gesichtspunkte und behördliche Auflagen berücksichtigt werden. Die Entwicklungsabteilun-

lierte Aussagen über die in oder an Bauteilen herrschenden strömungsmechanischen und thermischen Verhältnisse getroffen werden können.

So eindrucksvoll die Möglichkeiten und Resultate auch sind, sie setzen mehr oder minder umfangreiche Modelle auf der Basis von CAD-Daten voraus. Sie benötigen für die Berechnung eine hohe Rechnerkapazität, wobei Laufzeiten von mehreren Stunden keine Seltenheit



gen stehen unter massivem Druck, Entwicklungszyklen zu verkürzen und Kosten zu reduzieren. Aufgaben also, die Ingenieure mit den traditionellen Methoden nicht mehr bewältigen können. Immer häufiger kommen deshalb mit CFD (Computational Fluid Dynamics) Simulationsprogramme zum Einsatz, die es ermöglichen, am Computer frühzeitig das strömungsmechanische und thermische Systemverhalten zu untersuchen, unterschiedliche Varianten zu vergleichen und die Anzahl der Prototypen zu reduzieren.

Zwei CFD-Ansätze

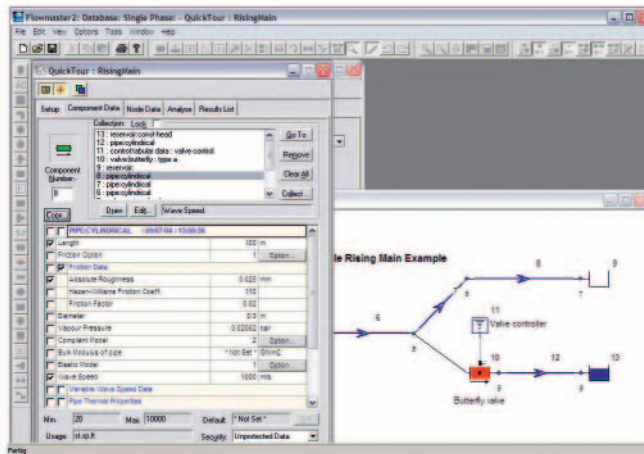
Prinzipiell wird bei CFD zwischen zwei Ansätzen unterschieden. Zum einen gibt es die 3D-CFD-Simulation, deren farbige Bilder auch einer breiteren Öffentlichkeit bekannt sind, und mit denen äußerst detail-

sind. Die Simulation komplexer Systeme mit einer Vielzahl von Komponenten ist mit diesen Programmen unter Alltagsbedingungen kaum möglich, die Stärke der 3D-CFD-Simulation liegt in der hoch-detaillierten Analyse von Einzelkomponenten oder Systemen von überschaubarer Größenordnung.

Im Gegensatz dazu stehen die sogenannten 1D-Systeme, die auf einem numerisch-empirischen Ansatz basieren. Sie arbeiten mit schematisierten Modellen von Leitungssystemen, in denen das Verhalten einzelner Komponenten wie Pumpen, Ventile oder Rohrleitungen entweder über die zugrunde liegenden physikalischen Gleichungen oder über vorgegebene Parameterkennfelder beschrieben wird.

Dabei können die Berechnungsparameter in Form von Kenndaten und -feldern von Herstellern gelie-

Die Daten der ausgewählten Komponente werden in übersichtlichen Menüs eingetragen.



fert oder in eigenen Berechnungen und Versuchen ermittelt werden. Der Vorteil dieses Verfahrens ist seine Unabhängigkeit von CAD-Daten, der schnelle und einfache Aufbau auch umfangreicher Modelle, sowie äußerst kurze Berechnungszeiten in der Größenordnung weniger Minuten. In einer sehr frühen Prozessphase können so auch komplexe Leitungssysteme inklusive steuerungs- und regelungstechnischer Vorgänge konzipiert und variiert werden.

Flowmaster führend im Bereich ›1D-Simulation‹

Seit vielen Jahren führend im Bereich der ›1D-Simulation‹ ist das Programm Flowmaster des gleichnamigen englischen Unternehmens. Neben der ausgereiften und universell einsetzbaren Software ist für diesen Erfolg vor allem der enge Kontakt zu Kunden, Lieferanten und Forschungseinrichtungen verantwortlich, wodurch der verfügbare Stamm an Komponentendaten kontinuierlich ausgebaut und verfeinert wurde.

In über 20 Jahren wurde Flowmaster so zu einer Lösung entwickelt, mit der führende Unternehmen, unter anderem aus der Automobil-, Luftfahrt-, Schiffbau- und Prozessindustrie sowie dem Energiesektor, ihre hochkomplexen Aufgabenstellungen lösen. Das Programm bietet umfangreiche Möglichkeiten zur Berechnung thermisch-hydraulischer oder -pneumatischer Leitungssysteme. So sind

stationäre und transiente, sprich zeitabhängige, Analysen mit kompressiblen oder inkompressiblen Medien möglich, wobei etwa Temperatur, Druck, Volumen- und Massenstrom für jede Komponente und jeden Knoten im System ermittelt werden.

Eine der Flowmaster-Stärken ist das Tuning von Leitungssystemen. Mit dem Modul-Flow-Balancing können Massen- oder Volumenströme definiert und Regelkomponenten entsprechend eingefügt beziehungsweise so eingestellt werden, dass sich der gewünschte Zustand einstellt.

Eine andere herausragende Eigenschaft ist die Möglichkeit, mit dem Modul-Priming Befüllungsvorgänge zu simulieren, wie sie typischerweise beim Anfahren von Anlagen auftreten und bei denen die Luft durch das entsprechende Medium aus dem Leitungssystem herausgedrückt werden muss. Darüber hinaus bietet Flowmaster mit spezifischen Applikationen, etwa für den Bereich ›Klimatisierung von Kraftfahrzeugen oder Flugzeugen‹, eine Reihe von Lösungen für spezielle Industriesegmente beziehungsweise Aufgabenstellungen an.

Das Arbeiten mit Flowmaster ist einfach und praxisorientiert, und die Anwender müssen sich nicht unnötige EDV-spezifische Kenntnisse aneignen. Begünstigt durch eine an Windows orientierte grafische Benutzeroberfläche können auch umfangreiche Modelle schnell

generiert werden. Mittels Drag & Drop wählt der Anwender aus über zwanzig Bibliotheken die benötigten Komponenten aus. Jede dieser Komponenten wird repräsentiert durch ein mathematisch-physikalisches Modell, dessen Funktionsweise und Leistung in Menüs an die jeweilige Situation angepasst werden kann, beispielsweise Ventilöffnung, Pumpenleistung oder Oberflächenrauigkeit. Verbunden werden die Komponenten über Knoten, denen Attribute wie Höhe oder Temperatur zugewiesen werden können.

Die für die eigentliche Berechnung notwendigen Parameter, wie Berechnungszeitraum und Zeitinkremente bei transienten Analysen, werden ebenfalls über Menüs eingegeben und übersichtlich dokumentiert.

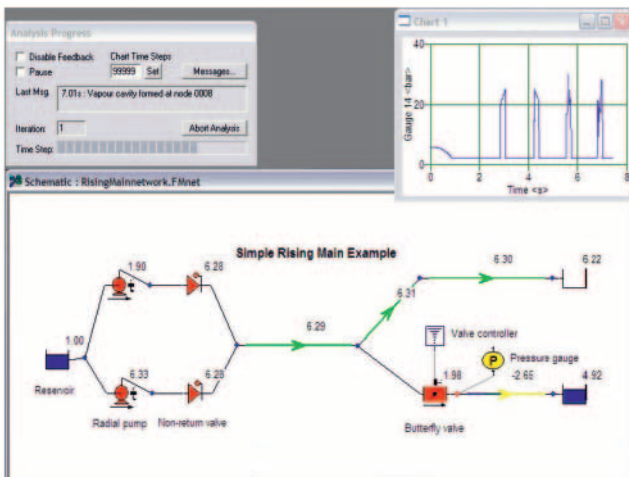
Die Berechnungsergebnisse für Drücke, Temperaturen sowie Massen- beziehungsweise Volumenströme können für jedes Element sowohl dynamisch im Modellschema als auch in verschiedenen Text- und/oder Grafikformen dargestellt werden.

Auch ist die Übergabe an Office-Lösungen für die schnelle Erstellung detaillierter Reports problemlos möglich.

Objektdaten bidirektional austauschen

Der Umfang realer Aufgabenstellungen bringt es mit sich, dass der Einsatz unterschiedlicher Systeme notwendig wird. Sicherlich ist für die Optimierung von Einzelkomponenten ein 3D-System das geeignete Werkzeug. Es ist jedoch keine Seltenheit, dass eine aufwändig optimierte Komponente die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems nur gering oder gar nicht beeinflusst.

Mit Flowmaster können Ingenieure diese Zusammenhänge schnell analysieren, kritische Bereiche in Leitungssystemen identifizieren und notwendige Anpassungen vornehmen. Obwohl dazu eine umfangreiche Komponentendatenbank verfügbar ist, müssen Anwen-



Bei der transienten Berechnung werden der Berechnungsfortschritt und die Berechnungswerte für frei wählbare Knoten angezeigt.

der sich nicht notwendigerweise darauf beschränken. Mittels der COM-Technologie (Component Object Model) können Objektdaten bidirektional zwischen Flowmaster und anderen Simulationslösungen (3D-CFD-Programme wie Fluent und StarCD oder Mathcad/Simulink für die Simulation von Steuerungs- und Kontrollsystemen) ausgetauscht werden. Das ist eine Fähigkeit, von der nicht nur Flowmaster-Anwender profitieren.

Soll beispielsweise der Kühlmantel eines Zylinderkopfes mittels 3D-CFD optimiert werden, dann müssen für eine realistische Berechnung die Randbedingungen an Ein- und Austritt bekannt sein, die wiederum maßgeblich vom Kühler und der Wasserpumpe beeinflusst werden. Mit Flowmaster lassen sich diese Daten schnell ermitteln.

Man hat für diese Systemoffenheit den Begriff der ›Co-Simulation‹ geprägt. Ein Schlag-

wort, das auch eine bei der CFD-Simulation häufig anzutreffende Problematik beschreibt: Um realistische und damit aussagefähige Simulationen durchführen zu können, müssen mehrere Applikationen eingesetzt werden, die sich gegenseitig ergänzen. Flowmaster ist dafür gerüstet und hat das Funktionieren dieses Ansatzes in zahlreichen Kundenprojekten unter Beweis gestellt.

Die Simulation umfangreicher Leitungssysteme ist eine Problematik, die in den unterschiedlichsten Industriebereichen immer häufiger notwendig wird. Trotzdem haben 1D-Simulationslösungen, vielleicht aufgrund ihrer wenig spektakulären Ergebnisdarstellungen, im Schatten der 3D-CFD-Simulation gestanden. Aber der Schein trügt, wie die große Flowmaster-Kundenbasis beweist.

Flowmaster bietet eine Palette von Lösungen, die einer breiten Anwenderbasis eine signifikante Verbesserung ihrer Entwicklungsprozesse ermöglicht, nicht zuletzt durch die Co-Simulation mit anderen Simulationslösungen.

Ulrich Feldhaus

@ www.flowmaster.com

DAS UNTERNEHMEN

Flowmaster. Die in Towcester/UK beheimatete Flowmaster Group entwickelt, vermarktet und betreut die Simulations-Software Flowmaster, eine Lösung zur Simulation thermisch-hydraulischer und pneumatischer Systeme. Weltweit wird Flowmaster von führenden innovativen Unternehmen aus den unterschiedlichsten Industriesegmente erfolgreich eingesetzt.

Die Dienstleistungen des Service-Konzepts umfassen neben einem qualifizierten Software-Support auf individuelle Erfordernisse abgestimmte Schulungen sowie professionelle Projektunterstützung. Das Unternehmen verfügt über zahlreiche Niederlassungen und Vertretungen, unter anderem in Deutschland, Frankreich und den USA. Die deutsche Flowmaster GmbH ist in Idstein/Taunus ansässig.