

Systemsimulation

Überraschungen unerwünscht – Lurgi optimiert Leitungssysteme mit Flowmaster

Chemieanlagen werden immer größer und komplexer. Fehler sind nicht erlaubt, will man sich im harten Konkurrenzkampf behaupten. Um möglichst umfassende und verlässliche Aussagen über das Verhalten der fertigen Anlage zu bekommen, setzen die Planer verstärkt auf die Computersimulation. Seit über 10 Jahren nutzt die Lurgi GmbH erfolgreich die Systemsimulation mit Flowmaster zur Simulation und Analyse komplexer Leitungssysteme.



Ulrich Feldhaus ist freier Autor aus Erkrath mit den Themenschwerpunkten Simulation und PLM.

Der Markt im Großanlagenbau ist hart umkämpft, und die Tatsache, dass zunehmend auch aufstrebende Industrienationen in diese Sparte drängen, macht es nicht eben leichter. Dass mit harten Bandagen gekämpft wird, ist kaum verwunderlich angesichts von Auftragssummen, die mit Größenordnungen von zwei- und oftmals dreistelligen Millionenbeträgen einen Lotto-Jackpot geradezu als Almosen erscheinen lassen. Und wenn der Fertigstellungstermin nicht eingehalten wird, sind Konventionalstrafen in sechsstelliger Höhe keine Seltenheit – wohlgermerkt pro Tag.

Der Begriff Großanlage ist keineswegs eine statische Größe. Waren für die Methanol-Erzeugung vor Jahren noch Anlagen mit einer Tagesproduktion von 2.000 Tonnen das Maß der Dinge, so ist man inzwischen bei einer Leistung von 5.000 Tonnen/Tag angelangt, und 10.000 Tonnen/Tag sind bereits in der Planung.

Aber nicht nur die stetig wachsende Produktionsleistung stellt eine Herausforderung für das Engineering dar, sondern auch die Art und Weise, wie sie erreicht wird. Vermehrt geht man beispielsweise von mehrsträngigen auf einsträngige Anlagen über. Wenn bei einer solchen Anlage ein Fehler auftritt, ist gleich die ganze Anlage betroffen. Die verloren gegangene Redundanz muss kompensiert werden durch eine gesteigerte Zuverlässigkeit von Prozessen und Anlage.

Lurgi – seit über 150 Jahren in der Prozesstechnik

Ein Unternehmen, das sich in diesem umkämpften Markt seit Jahrzehnten behauptet, ist die in Frankfurt ansässige Lurgi GmbH. Das Unternehmen befasst sich mit dem Bau

von Großanlagen zur Erzeugung von petrochemischen Zwischen- und Endprodukten sowie synthetischen Treibstoffen und Oleochemie. Einer der Schwerpunkte sind Anla-

gen zur Gaserzeugung und Gasbehandlung. Lurgi selbst verfügt über keine eigene Herstellung, sondern vergibt die entsprechenden Aufträge an Kontraktoren.

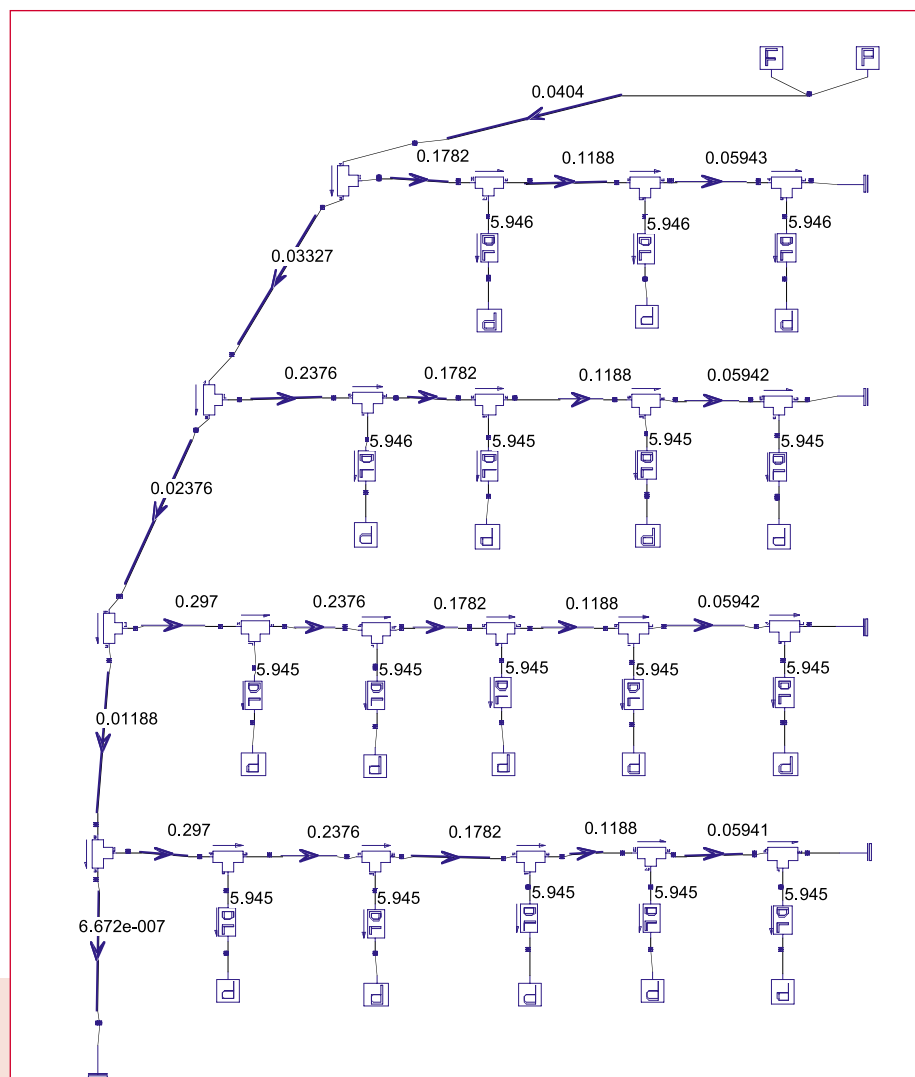


Abb. 1: Berechnete Geschwindigkeiten im Verteilersystem MTP-Reaktor



Hinter dem seit Juli 2007 zum französischen Air Liquide-Konzern gehörenden Unternehmen liegt eine wechselvolle Geschichte. In den achtziger Jahren hatte man eine breite Produktpalette von bis zu 300 Einzelverfahren und über 5.000 Mitarbeiter. Heute sind weltweit über 1.500 Mitarbeiter beschäftigt, davon 700 in Deutschland.

Simulation ist auch im Anlagenbau unverzichtbar

Prozesstechnik in größten Dimensionen verfügbar zu machen und zu beherrschen, erfordert punktgenaue Planung und brillian-

tes Engineering. Die Anforderungen sind dabei so vielfältig wie die involvierten Disziplinen, Technologien und Techniken. Die zunehmende Komplexität, neue Technologien und gesetzliche Auflagen führen dazu, dass selbst ausgewiesene Spezialisten immer häufiger in Bereiche vorstoßen, in denen Erfahrung allein nicht unbedingt zu einer effizienten und stabilen Lösung führt.

Um trotzdem keine unliebsamen Überraschungen zu erleben, setzt man zunehmend die computergestützte Simulation ein, mit der sich komplexe Modelle, die analytisch nicht mehr beherrschbar sind, simulieren und analysieren lassen. Besonders hilfreich ist es, dass dies nicht erst nachträglich mög-

lich ist, wenn Komponenten, Apparate oder Anlagen bereits gebaut sind, sondern in der Entwicklungsphase. Die Planungssicherheit kann gesteigert und Fehler vermieden bzw. korrigiert werden, bevor sie zusätzlich Zeit und Geld kosten.

Bei Lurgi hat man vor etlichen Jahren mit der Simulation begonnen. In der Gruppe „Material, Flow and Stress Analysis“ um Teamleiter Jürgen Bohle kümmern sich sieben Spezialisten darum, den Entwicklern frühzeitig aussagekräftige Simulationsdaten an die Hand zu geben.

Die Liste der dazu eingesetzten Applikationen umfasst u.a. Programme zur FEM-Analyse (Ansys) und Prozesssimulation (Aspen) sowie 3D CFD Programme (Ansys Fluent). Für die Systemsimulation der kilometerlangen, verzweigten Leitungssysteme wird seit 10 Jahren erfolgreich das System Flowmaster des gleichnamigen englischen Anbieters genutzt.

Schneller Modellaufbau und kurze Rechenzeiten

Nicht jedes Simulationsprogramm ist für jede Aufgabenstellung gleich gut geeignet. So liegen beispielsweise die Stärken von 3D CFD-Programmen in strömungs- und thermodynamischen Untersuchungen von einzelnen, oder zumindest überschaubaren, komplexen dreidimensionalen Geometrien. Für komplexe Leitungssysteme hingegen würde der Modellierungsaufwand – 3D CFD-Simulationen benötigen ein vom CAD-Modell abgeleitetes detailliertes geometrisches 3D-Modell – und die Rechenzeit in keiner Relation zum erzielbaren Nutzen stehen.

Bei der Systemsimulation mit Flowmaster werden die schematisierten Berechnungsmodelle aus (standardisierten) Einzelkomponenten per Drag & Drop zusammengesetzt, was entsprechend schnell vonstatten geht. Das Verhalten der einzelnen, in Bibliotheken vorgehaltenen Komponenten wie z.B. Pumpen, Ventile, Rohrleitungen etc., wird über physikalische Gleichungen und/oder über empirische Daten beschrieben. Alternativ können die Berechnungsparameter in Form von Kennlinien und -feldern der Hersteller übernommen oder in eigenen Be-

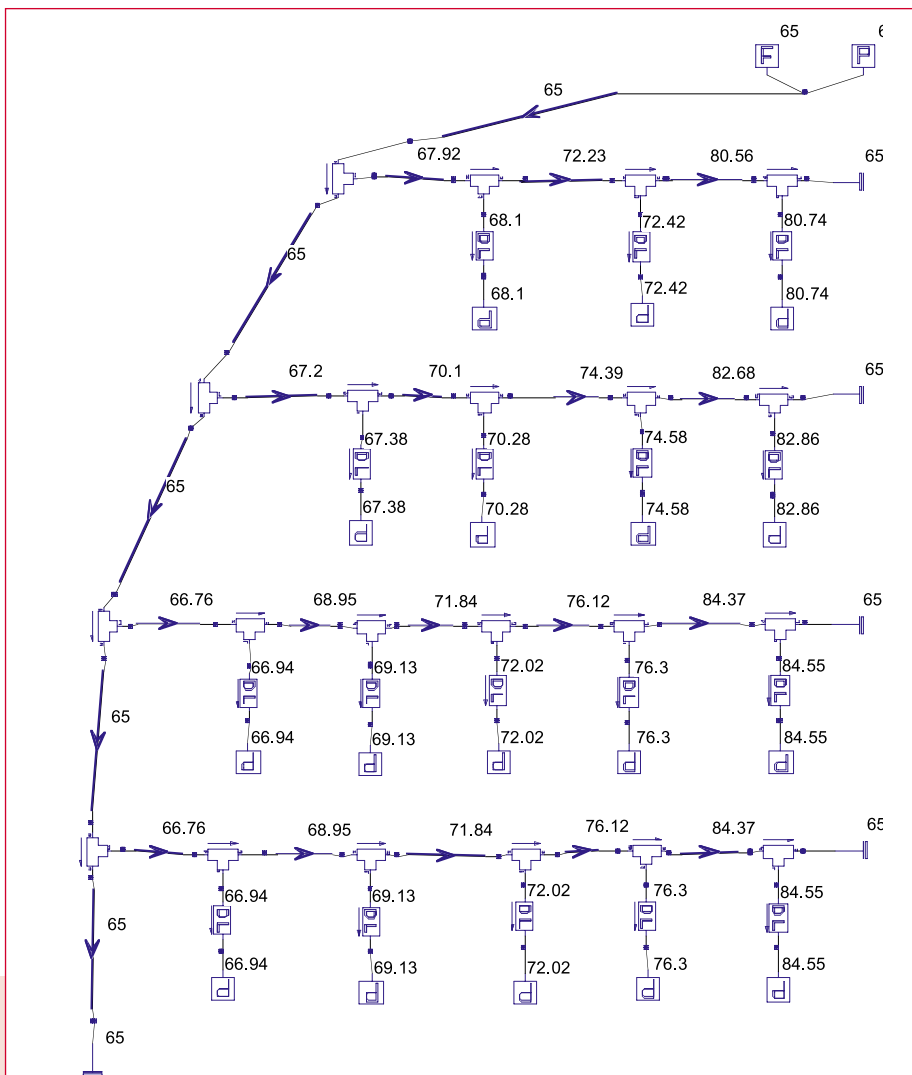


Abb. 2: Berechnete Temperaturen im Verteilersystem MTP-Reaktor

rechnungen und Versuchen ermittelt werden.

Die Größe der bei Lurgi analysierten Modelle ist recht unterschiedlich und kann durchaus im Bereich von 4.000-5.000 Komponenten liegen. Schon aus Gründen der Übersichtlichkeit, und um mögliche Fehlerquellen klein zu halten versucht man, die Berechnungsschemata möglichst einfach zu halten, z.B. indem man das (bekannte) Verhalten kompletter Apparate lediglich über deren Druckverlust berücksichtigt.

Jürgen Bohle: „Prinzipiell versuchen wir, die Systeme so einfach wie möglich zu halten. Aber um beispielsweise Druckverluste und Verteilung zu berechnen, benötigen Sie neben dem eigentlichen System auch Art und Positionierung von Ein- und Auslauf. Das ist Physik, und die gilt auch für uns.“

Die Berechnungszeiten selbst sind äußerst kurz. Je nach Modellgröße und Aufgabenstellung (stationär/instationär, inkompressibel/kompressibel) hat man die Ergebnisse zwischen 5 Minuten und einer halben Stunde vorliegen. Variantenstudien auch komplexer Modelle können in überschaubaren Zeiten bearbeitet werden. Zur Verfügung steht dafür ein PC mit acht CPUs, der die bis dahin genutzte SGI Origin ersetzt hat.

Viefältige Aufgabenstellungen für Flowmaster

Seit inzwischen 10 Jahren wird Flowmaster bei Lurgi erfolgreich eingesetzt. Auch wenn die eigentliche Prozesssimulation mit Aspen von AspenTech durchgeführt wird, ist die Systemsimulation mit Flowmaster unverzichtbarer Bestandteil im Analyse- bzw. Auslegungsprozess, weil das System als einziges Programm auch die Druckverluste in den weit verzweigten Leitungssystemen professionell berechnen kann.

Das Programm leistet wertvolle Unterstützung in unterschiedlichen Einsatzbereichen, von Forschung und Entwicklung, der eigentlichen Anlagenplanung bis hin zur Schadensanalyse und den daraus abgeleiteten Präventivmaßnahmen für zukünftige Projekte.

Jürgen Bohle: „Bei der Standardplanung von Anlagen ist unsere Mitarbeit meist nur eingeschränkt notwendig, da das Verhalten der hier verbauten Komponenten hinreichend bekannt ist. Unsere Schwerpunkte liegen in der Auslegung und Optimierung neuer Komponenten oder Apparate, die zukünftig als sog. Prop Equipment verwendet werden sollen. Einen Großteil unserer Arbeit nehmen Verteilungsprobleme ein, bei

denen es um eine möglichst homogene Verteilung von Gasen in Rohrleitungsnetzen geht.“

Ein typisches Beispiel dieser Problemklasse ist das Verdüsungssystem einer MTP-Anlage (Methanol To Propylen). Flüssiges DME (Dimethylether) wird dabei in einen Heißgasstrom eingeblasen über ein Katalysatorbett geleitet. Das Ganze geschieht in einem Reaktor von mehr als 10 m Durchmesser über ein verzweigtes Rohrleitungssystem, über das über sechs Ebenen verteilt eine Vielzahl von Düsen versorgt werden müssen. Um hier homogene Verhältnisse bezüglich Durchströmung Zerstäubung und Verdunstung zu schaffen, wurden Zuführung und Verdüsung mit Flowmaster optimiert.

Wie umfangreich und kompliziert solche Verteilungsprobleme werden können, wird klar, wenn man bedenkt, dass es Anlagen gibt, bei denen im System bis zu 800 Rohre von den Verteilern abzweigen. Ohne eine zuverlässige Systemsimulation wäre man kaum in der Lage, die gleichmäßige Anströmung der in den Rohren stehenden Katalysatoren sowie in der Konsequenz einen stabilen und effizienten Prozess zu gewährleisten.

Auch für sicherheitstechnische Untersuchungen wird Flowmaster genutzt. So werden u.a. die Vorgänge beim Öffnen von Sicherheitsventilen untersucht und optimiert. Ein anderer Anwendungsfall war die Analyse eines Löschsystems, bei dem sichergestellt werden musste, dass an den Hydranten genügend Löschwasser verfügbar ist.

Wünsche und Pläne für die Zukunft

Seit Kurzem wird bei Lurgi mit Flowmaster V7 die neueste Version eingesetzt, die wesentliche Vorteile bietet u.a. in den Bereichen Datenmanagement, Systemanpassung und Bedienung. Trotz der Fortschritte sieht Jürgen Bohle durchaus noch Verbesserungspotential: „Bei der Berechnung gibt es bei uns keine Probleme. Das System arbeitet schnell und stabil. Lediglich die Ergebnisdarstellung könnte in Teilbereichen noch individueller gestaltet werden, um speziell Nicht-Fachleuten die Ergebnisinterpretation zu erleichtern.“

Noch konzentriert man sich bei Lurgi auf stationäre Aufgabenstellungen, aber bis Ende des Jahres möchte man laut Jürgen Bohle damit beginnen, auch instationäre Probleme zu simulieren, für die bislang noch Abschätzungen durchgeführt werden. Typische instationäre Problemstellungen

sind etwa Druckstöße und deren Auswirkungen auf das Leitungssystem, oder Pulsationsprobleme bei Kolbenverdichtern. Diese sind zwar weitaus günstiger als Turbinenverdichter, können aber durch die bauartbedingte Pulsation eine Reihe von Folgeproblemen für die Anlagenplanung erzeugen (Lage von Festpunkten, Längenbestimmung etc.). Bislang gibt es weltweit nur wenige, die sich mit dieser Problematik beschäftigen, weshalb sich Lurgi gute Chancen in diesem Bereich ausrechnet.

Fazit

Im Anlagenbau gibt es keine Alternative zum oftmals propagierten „Right the First Time“, denn Projektverzögerungen können für Unternehmen gravierende Folgen haben. Die frühzeitige Simulation mit unterschiedlichsten Systemen und Aufgabenschwerpunkten ist deshalb längst eine Notwendigkeit und fester Bestandteil der Entwicklung.

Auch wenn laut Jürgen Bohle Flowmaster eine Nischenanwendung ist, steht außer Frage, dass die Systemsimulation mit Flowmaster bei wachsender Anlagenkomplexität und den hohen Verfügbarkeitserwartungen der Betreiber für Lurgi ein unverzichtbares Planungs- und Entwicklungswerkzeug ist. Mit Flowmaster können Aufgabenstellungen gelöst werden, die von zentraler Bedeutung für die Sicherheit und Effizienz einer Anlage sind, vor denen die meisten anderen Lösungen aber aus unterschiedlichsten Gründen kapitulieren müssen.

Woher kommt der Name Lurgi?

Die Ursprünge der heutigen Lurgi gehen zurück auf das Jahr 1897. Von der traditionsreichen Metallgesellschaft wurde damals die „Metallurgische Gesellschaft“ gegründet. 1919 wurden die ursprünglich als Telegrammadresse gewählten Mittelbuchstaben „lurgi“ als Firmenname übernommen.

Kontakt

Flowmaster GmbH, Idstein
Tel.: 06126/99700
Fax: 06126/997055
henning.staufenberg@flowmaster.com
www.flowmaster.com