

## Mit Simulationssoftware-Kombination zu besseren Verbrennungsanlagen: CFD-Paarlauf für die Umwelt

Die DUMAG GmbH ist auf Komponenten und Anlagen für industrielle Verbrennungsvorgänge spezialisiert, vor allem zur Reinigung kontaminierter Gase und Flüssigkeiten. Für die numerische Strömungssimulation nutzt das Unternehmen Simcenter FloEFD aus dem Xcelerator-Portfolio von Siemens Digital Industries Software, implementiert von Siemens Top Partner ACAM. Die Kombination mit der bedarfsweise in der Cloud genutzten Software Simcenter STAR-CCM+ desselben Herstellers erweitert und vertieft die Simulationsmöglichkeiten mit höchster Effizienz. Das führte bei neueren Anlagen zu deutlichen Einsparungen bei Primärenergieverbrauch und Schadstoffausstoß.



DUMAG entwickelt und produziert Komponenten und Anlagen für industrielle Verbrennungsvorgänge.

Wo gehobelt wird, fallen Späne! Dieser Spruch gilt keineswegs nur für die mechanische Bearbeitung. In beinahe allen industriellen Stoffumwandlungsprozessen fallen als Nebenprodukte Abgase und Abwässer an. Diese enthalten meist umwelt- und gesundheitsschädliche Stoffe und müssen daher vor der weiteren Verwendung oder dem Freisetzen in die Umwelt gereinigt werden.

Für die Beseitigung der organischen, also kohlenstoffhaltigen Abfälle im industriellen Maßstab bietet sich besonders die thermische Abfallbehandlung durch Verbrennung, Pyrolyse und Vergasung an. Allein in etwa 2.200 Verbrennungsanlagen werden jährlich weltweit ca. 255 Mio. Tonnen Abfall behandelt und dabei in eine für die sichere Ablagerung oder Weiterverarbeitung geeignete Form übergeführt. Dabei besteht als Alternative zur energetischen Nutzung auch die Möglichkeit, die im thermischen Prozess entstandenen Aschen und Schlacken einer stofflichen Nutzung zuzuführen.

### Prozesslösungen für Hochtemperaturanwendungen

Die DUMAG GmbH mit Sitz in Gumpoldskirchen nahe Wien (Österreich) entwickelt und baut seit 1967 Industrieanlagen für die Verbrennung flüssiger und gasförmiger Abfälle. Zu ihren Kunden zählt vor allem die chemische Industrie, dabei in erster Linie Unternehmen der Petrochemie.

Das eigentümergeführte Privatunternehmen entwickelte eine Ultraschalldüse zur Serienreife, die es ermöglicht, Flüssigkeiten mit einem hohen Anteil an – auch größeren – Feststoffen zu atomisieren und so die Voraussetzungen für die Verbrennung flüssiger Abfälle zu schaffen.

Das damit realisierte Brennerkonzept wird bis heute führend für die Verbrennung hoch viskoser Schweröle und kontaminierter Flüssigkeiten sowie für die Produktion von Schwefelsäure aus flüssigem Schwefel genutzt.



Mit der Möglichkeit, Flüssigkeiten mit hohem Feststoffanteil zu atomisieren und die Form der Flamme zu gestalten, bildet die DUMAG-Ultraschalldüse die Grundlage für den universellen, flexiblen Einsatz industrieller Brenner.

Alle Bilder, wenn nicht anders angegeben: DUMAG

Die Möglichkeit, damit die Form der Flamme zu gestalten, bildet die Grundlage für den universellen, flexiblen Einsatz industrieller Brenner. Diese entwickelte DUMAG zu multifunktionalen Universabrennern mit besonders geringen Stickoxyd-Restmengen für flüssige und gasförmige Abfälle weiter. Heute bietet das Unternehmen seinen Kunden neben den Kernkomponenten auch komplette, automatisierte Gesamtsysteme sowie Entwicklung und Simulation als Dienstleistung. Es punktet durch seine Fähigkeit und Bereitschaft, auch ausgefallene Problemstellungen, oft am Rande des physikalisch-chemisch möglichen, zu realisieren.

## Modellbasierte Entwicklung

Die strömungsmechanischen Prozesse, die bei der Verbrennung stattfinden, sind extrem komplex und mit traditionellen Methoden nur schwer berechenbar. Daher war man in der Vergangenheit bei der Gestaltung von Düsen, Brennern und Brennkammern in erster Linie auf die Erfahrung älterer Verfahrenstechniker und auf umfangreiche Tests am Prüfstand angewiesen. Neben den hohen Kosten für die Versuchsaufbauten erwies sich in jüngster Zeit die mangelnde Verfügbarkeit der Brennstoffe in der zu erwartenden spezifischen Zusammensetzung immer mehr als Hürde.

Bereits 2004/05 führte DUMAG daher gemeinsam mit der TU Wien ein Projekt zur numerischen Strömungssimulation (Computational Fluid Dynamics; CFD) durch. Dieses lieferte zwar recht brauchbare Ergebnisse, war jedoch sehr zeit- und kostenintensiv und wurde deshalb nicht fortgesetzt.

## Bedienungsfreundliche, nachgereifte CFD-Software

Zehn Jahre später fiel die Entscheidung, in der Produkt- und Projektentwicklung unterstützend CFD einzuführen, allerdings mit eigener Softwareausstattung. Die Ingenieure testeten Simcenter FloEFD von Siemens Digital Industries Software. Dabei handelt es sich um eine vollständig CAD-integrierte CFD-Software für Konstrukteure und Analysten mit Multiphysik-Funktionen. Es ermöglicht das Durchführen von Strömungssimulation und thermischer Analysen unter Verwendung nativer CAD-Geometriedaten.

*„Die Kombination von Simcenter FloEFD und Simcenter STAR-CCM+ erweitert deutlich unsere Simulationsmöglichkeiten, und das mit höchster Wirtschaftlichkeit.“*

**Michael Pichler, Leiter Technik, DUMAG GmbH**



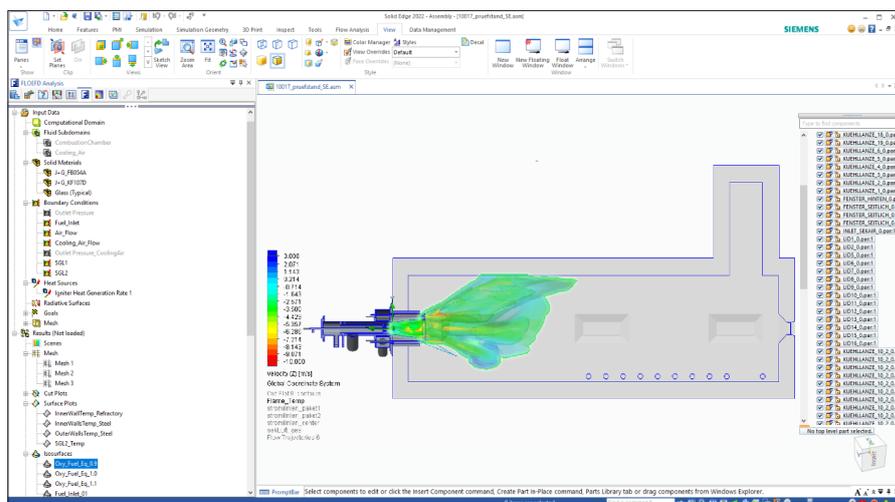
„Die ersten Ergebnisse waren zunächst wenig befriedigend“, erinnert sich Michael Pichler, Leiter Technik bei DUMAG, der das Projekt federführend betrieb. „Da die Strahlung nicht berücksichtigt wurde und die Software keine Möglichkeit zur Einschränkung chemischer Reaktionen besaß, wurden teilweise völlig falsche Trends dargestellt.“ Zudem mussten die Brennerspezialisten das Material vor der Eingabe in die einzelnen Bestandteile zerlegen und die Wärmeleichungen explizit lösen.

Der Softwarehersteller nahm den Ball auf und entwickelte sein Produkt in enger Zusammenarbeit mit DUMAG weiter. „Bereits ein Jahr später lieferte die bedienungsfreundliche Software sehr befriedigende Ergebnisse, sodass wir die Software seither vollumfänglich einsetzen“, berichtet Michael Pichler.

„DUMAG nutzt eine Subscription von Simcenter FloEFD für Solid Edge als Software as a Service (SaaS) einschließlich aller Spezialmodule“, präzisiert Michael Komposch, Verkaufsleiter beim Siemens-Vertriebspartner ACAM Systemautomation GmbH. „Dazu gehört das Advanced CFD-Modul ebenso



„Für Simcenter STAR-CCM+ nutzt DUMAG das Lizenzschema Power-on-Demand (PoD), das die Nutzung der Software mit beliebig vielen Rechnerkernen in der Rescale-Cloud zum fixen Stundensatz ermöglicht.“  
Michael Komposch, Vertriebsleiter, ACAM Systemautomation GmbH  
Foto: ACAM



Für die Strömungssimulation, hier die Visualisierung der Form einer gestuften Flamme, nutzt DUMAG die vollständig CAD-integrierte CFD-Software Simcenter FloEFD von Siemens Digital Industries Software.

wie das HVAC-Paket für Heizung, Lüftung und Klima und das LED+ Lighting Modul.“

### Emissionsmodellierung als Hürde

Die Software deckt die weitaus meisten Anwendungsfälle von DUMAG ab und ermöglichte dem Unternehmen, durch die frühzeitige Strömungssimulation die Anzahl der Versuchsaufbauten und die damit verbundenen Kosten deutlich zu reduzieren. Darüber hinaus verringerte die höhere Verlässlichkeit der Vorhersagen die Anzahl der Entwicklungsiterationen und damit die Entwicklungsdauer.

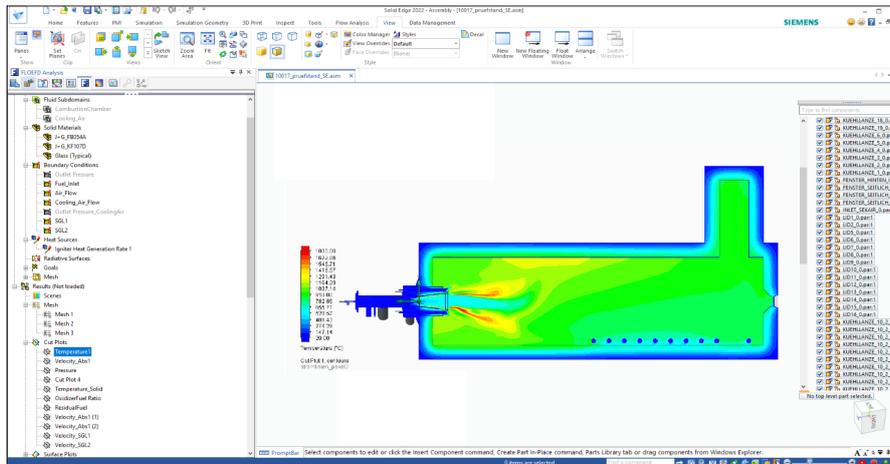
„In unserem Tätigkeitsbereich gewinnt das Einhalten immer strengerer Emissionsziele an Bedeutung“, nennt Michael Pichler einen für die Verbrennung wichtigen Aspekt.

„Eine Emissionsmodellierung kann FloEFD aufgrund der zugrunde liegenden Architektur jedoch nicht durchführen.“ Aus demselben Grund sind der Software auch bei Anwendungen mit komplex zusammengesetzten oder mehreren verschiedenen Brennstoffen enge Grenzen gesteckt.

### CFD-Softwarepakete im Vergleich

Um bei der CFD-Simulation ein größeres Spektrum abzudecken und genauere Ergebnisse zu erzielen, machte sich DUMAG daher auf die Suche nach einem Softwareprodukt mit weitergehenden Funktionalitäten.

„Wir hatten im Zuge einer Messkampagne in sehr vielen experimentellen Tests einen großen Schatz valider Daten gesammelt“, berichtet



**Auch bei thermischen Analysen liefert die Strömungssimulation mit der bedienungsfreundlichen Software Simcenter FloEFD sehr befriedigende Ergebnisse.**

Michael Pichler. „Auf deren Grundlage evaluieren wir zwei Jahre lang mehrere potenziell geeignete Softwareprodukte.“

Die Ergebnisse dieser Evaluierung liegen in Form einer wissenschaftlichen Arbeit vor, die der technische Leiter von DUMAG gemeinsam mit Projektingenieur Stefan Riebenbauer von ACAM Engineering verfasste. Um dem Vergleich eine gemeinsame Basis zu geben und auch die Benutzerfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit im Einsatz bewerten zu können, wurden sämtliche Berechnungen parallel dazu auch mit Simcenter FloEFD durchgeführt.

Für eines der verglichenen Produkte sprach die völlig freie und einfache Kombinierbarkeit unterschiedlicher Kriterien für die Berechnung. Allerdings verlangt diese Software die manuelle Eingabe sämtlicher Kriterien in Form mathematischer Formeln. Der Aufwand für das Aufsetzen der Berechnungsgrundlage war daher um den Faktor 20 höher als mit Simcenter FloEFD. Ein weiteres,

laut seinem Hersteller marktführendes Softwaretool brachte sehr gute Ergebnisse, der Vorbereitungsaufwand betrug jedoch auch hier das 15-fache dessen, was DUMAG von Simcenter FloEFD gewohnt war.

„Obwohl beide Produkte sehr gute Berechnungsergebnisse brachten, hatten sie auch deutliche Schwächen“, erklärt Michael Pichler. „Vor allem würden wir den Nutzen einer CFD-Simulation zu einem erheblichen Teil einbüßen, müssten wir dafür pro Projekt zuerst drei bis vier Tage für die Geometrie-Vorbereitung aufwenden.“

### Klarer Sieger

Als Sieger ging aus dem Vergleich der CFD-Softwareprodukte Simcenter STAR-CCM+ von Siemens Digital Industries Software hervor. Die multiphysikalische CFD-Simulationssoftware ermöglicht CFD-Ingenieuren, mittels einer vollständig integrierten Solver-Plattform Multiphysik-CFD-Simulationen mit beliebiger Komplexität durchzuführen. Sie deckt phy-

sikalische Themen weit über Fluidströmung und Wärmeübertragung hinaus ab.

Sämtliche Tätigkeiten werden dabei in einer vollständig integrierten Benutzeroberfläche durchgeführt, vom Pro-Processing durch Vernetzung über die multiphysikalische Modellierung und die Datenanalyse bis zur fotorealistischen Visualisierung sowie VR-Repräsentation.

„Trotz zeitsparender Technologien wie automatisierte CAD-Bereinigung, Surface-Wrapping und automatisierte realitätsnahe Vernetzung ist der Zeitbedarf für die Geometrie-Vorbereitung auch bei dieser Software höher als bei FloEFD“, berichtet Michael Pichler. „Allerdings geht es hier nur um den Faktor drei, also um einen Zeitbedarf von vier bis fünf Stunden statt von drei oder vier Tagen.“

### Wirtschaftliche Kombination

Ebenso wie der Zeitbedarf sind auch die Lizenzkosten von Simcenter STAR-CCM+ höher als die von Simcenter FloEFD. Das etablierte Produkt ist daher bei vielen Projekten die wirtschaftliche Alternative. Zudem zeigte Simcenter FloEFD eine deutliche Überlegenheit, wenn es um die Modellierung der Interaktion zwischen Fluid und Festkörpern (vor allem Randströmung, Wärmeübergang) geht (Smart-Cell-Technologie).

DUMAG entschloss sich daher dazu, für alltägliche Berechnungen weiterhin Simcenter FloEFD zu nutzen und zur besseren Abbildung von Physik

und Chemie bei Bedarf auf Simcenter STAR-CCM+ zurückzugreifen. Dazu ist es hilfreich, dass Siemens Digital Industries Software das Softwareprodukt nicht nur auf Subscription-Basis anbietet.

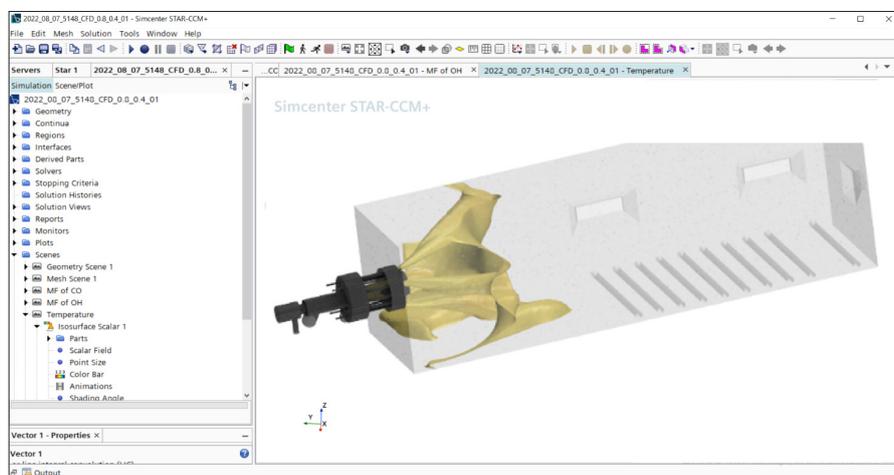
Das Lizenzschema Power-on-Demand (PoD) ermöglicht die gelegentliche Nutzung der Software in der Rescale-Cloud mit Abrechnung

auf Stundenbasis. Dabei können Anwender ohne Auswirkungen auf den Stundensatz beliebig viele Rechnerkerne nutzen.

## Entwicklungszeit, Energie und Schadstoffe reduziert

Die erweiterte Simulation reduziert erheblich das konstruktive Risiko und erspart dem Unternehmen zahl-

reiche Testläufe mit dem damit verbundenen zeitlichen und monetären Aufwand. Sie führte auch bereits zu konkreten Ergebnissen. So konnte DUMAG bei der Konstruktion eines Oxidierers durch Unterteilung des Brennraums für unterschiedliche Lastfälle den Erdgasbedarf um rund 35 % senken. Das hat zugleich auch Auswirkungen in ähnlicher Größenordnung auf den Restschadstoffgehalt der Abluft.



Die multiphysikalische CFD-Simulationssoftware Simcenter STAR-CCM+ von Siemens Digital Industries Software ergänzt die Simulationmöglichkeiten von DUMAG weit über Fluidströmung und Wärmeübertragung hinaus. Das Lizenzschema Power-on-Demand ermöglicht die wirtschaftliche gelegentliche Nutzung auf beliebig vielen Rechnerkernen in der Cloud.

„Die Kombination von Simcenter FloEFD und Simcenter STAR-CCM+ erweitert deutlich unsere Simulationmöglichkeiten, und das mit höchster Wirtschaftlichkeit“, zeigt sich Michael Pichler begeistert. „Durch die Möglichkeit der bedarfsweisen Nutzung und leistungsunabhängigen Bezahlung können wir die weiterführende Berechnung leichter kalkulieren und unseren Kunden bei entsprechender Nachfrage als Zusatzleistung anbieten.“

## ACAM

Bereits seit mehr als 25 Jahren unterstützt die ACAM Systemautomation als innovatives Unternehmen seine Kunden vorwiegend in den Bereichen Produktentwicklung sowie Fertigung und bietet integrierte Gesamtlösungen, welche alle Phasen des Produktlebenszyklus abdecken.

Mit den Lösungen der „ACAM Engineering“ können Kunden über die einfache Verifizierung hinausgehen und die Produkteigenschaften vorhersagen, indem Sie die Simulation, physikalische Messungen und Analysen von Daten kombinieren, um unerwartete Entwicklungen zu erkennen.

### Zentrale

ACAM Leoben  
Brauhausgasse 7  
A-8700 Leoben-Göss

T: +43 3842 / 82690  
office@acam.at

### Niederlassung

ACAM Linz  
Franzosenhausweg 53  
A-4030 Linz

T: +43 732 / 370184

### Niederlassung

ACAM Engineering  
Werkstraße 12  
A-2522 Oberwaltersdorf

T: +43 2253 / 60328  
office@engineering.acam.at

Solution  
Partner

Digital Industries  
Software

SIEMENS