

Virtuelle Strömung

CFD-Simulation aus der Luft- und Raumfahrt für die Lebensmitteltechnik

In Kühlräumen, Öfen oder Räucherkammern können sich sehr komplexe Strömungsfelder einstellen. Diese bestimmen u.a. die Temperatur-/Feuchtigkeitsverteilung innerhalb der Anlagen. Mit Werkzeugen der Strömungssimulation sind die Zusammenhänge auch ohne aufwändige Messungen darstellbar.

Die technische Entwicklung der Luft- und Raumfahrt ist seit jeher stark verbunden mit dem immer größer werdenden Wissen über das Verhalten der Luft beim Umströmen eines Flugobjekts. Die Aerodynamik ist ein Teilgebiet der Strömungsmechanik, die sich mit der Bewegung aller gasförmigen und flüssigen Stoffe beschäftigt. Da diese Fluide in der Lage sind sowohl Kräfte und Energie als auch Masse zu transportieren, ist die Strömungsmechanik die Basis der meisten Ingenieurdisziplinen. Strömungen können in ihren unendlichen Erscheinungsformen sehr komplex sein. Deshalb sind die mathematischen Darstellungen, die Strömungen beschreiben, die so genannten Navier-Stokes-Gleichungen, recht kompliziert. Deren Lösung kann allerdings mithilfe von Computern herbeigeführt werden, wodurch Strömungen vollständig simulierbar sind. Diese numerische Form der Strömungsmechanik wird, aus dem Englischen stammend, CFD (Computational Fluid Dynamics) genannt. Bei CFD versucht der Computer an sehr vielen diskreten Punkten in einem Rechengitter (Abb. 1)

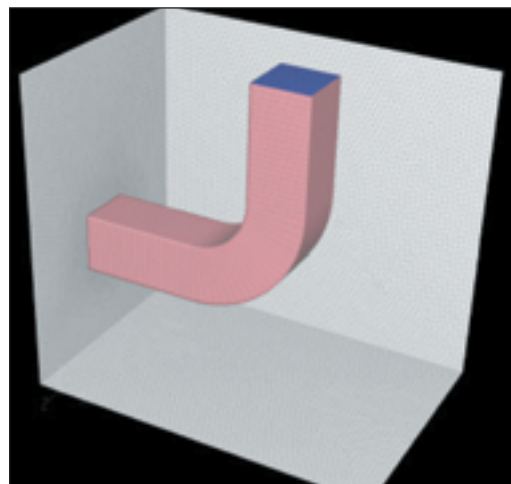


Abb. 1: Rechengitter für die Strömungssimulation

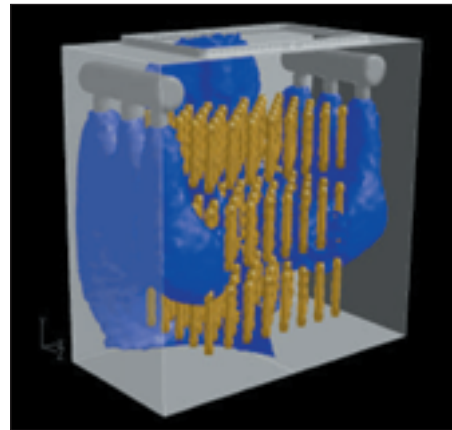


Abb. 2: Verteilung von Rauch in einer Räucherkammer

eingesetzt. Der Einfluss der Strömungsmechanik und An-

wendungen von CFD in der Lebensmitteltechnik soll hier anhand von vereinfachten Beispielen verdeutlicht werden. Aufgrund der Einbauten und der Produkte können sich in Kühlhäusern, Öfen und Räucher- und Reifekammern sehr komplexe Strömungsfelder einstellen. Dieses bestimmen die Temperatur- und Feuchtigkeitsverteilung sowie die Konzentrationsschwerpunkte möglicher Zusatzstoffe. Diese lokalen Größen bestimmen die Produktionskapazität und die Produktqualität. Eine experimentelle Bestimmung der lokalen Größen wäre nur mit verschiedenen Messungen an sehr vielen zugänglichen Messpositionen möglich. Bei CFD-Berechnungen liegen alle relevanten Größen an jedem Punkt im Raum vor. Abb. 2 zeigt die Verteilung von Rauch in einer Räucherkammer, die sich aus dem simulierten Geschwindigkeits- und Temperaturfeld ergibt. Weiteres Beispiel ist der Verteilerkopf einer Pökelflasche, der Flüssigkeit auf viele Nadeln verteilt und diese durch Senken des Kopfes in das Produkt injiziert. Durch Simulieren der Strömung in dem Verteilerkopf und in den Nadeln kann das Strömungsfeld mithilfe von Vektoren visualisiert werden

über Algorithmen die Navier-Stokes-Gleichungen zu lösen. Bei einer komplexen 3D-Geometrie sind häufig mehrere Millionen Gitterpunkte nötig. Allerdings sind CFD-Berechnungen mit modernen Computern mit akzeptablen Berechnungszeiten durchführbar. Mithilfe dieser Methode können Grundlagenforschung, Gesamtanalysen, Parameterstudien und Fehlerdiagnosen bereits in der Konzeptphase rein virtuell durchgeführt werden. Dadurch lässt sich die Anzahl der sehr kosten- und zeitintensiven Zyklen von Prototypenbau und -test bis zum gewünschten Ergebnis deutlich reduzieren. Während in der Luft- und Raumfahrt CFD seit Jahren ein Standardwerkzeug in der Forschung und Entwicklung ist, wird in den technischen Disziplinen, in denen die Abhängigkeit des Prozesses von der Strömungsmechanik erst auf den zweiten Blick erkennbar ist, CFD bisher seltener

eingesetzt. Der Einfluss der Strömungsmechanik und An-

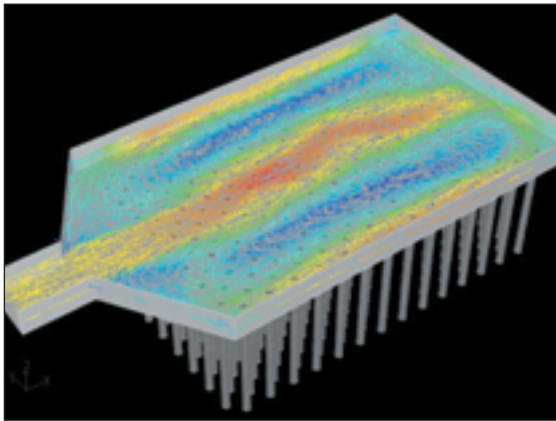


Abb. 3: Strömungsfeld im Injizierkopf einer Pökelmaschine

(Abb. 3), womit die zu erwartenden Betriebseigenschaften abgeleitet werden können. Diese sind in erster Instanz die Homogenität der Verteilung des Volumenstroms durch die Nadeln, welche die Qualität des Pökelprozesses beeinflusst. Das Strömungsfeld im Kopf und den Nadeln bestimmt außerdem den Strömungswiderstand und somit den benötigten Druck, den der Kompressor leisten muss. Ein weiteres Merkmal ist die Wahrscheinlichkeit der Anlagerung und Verkrustung von Partikeln im Injizierkopf, sodass dieser gereinigt werden muss, was zu Kosten führt. Primäre Ursache von Ablagerungen sind Wirbelgebiete, die durch die Simulation aufgespürt werden können. Das dritte Beispiel beschreibt eine Formmaschine für Gebäck, Nudeln oder Fleisch. Dort ist die Temperatur des Produkts beim Durchwandern der Bearbeitungszone von besonderer

Bedeutung. Da die Fluidströmung mit der Maschine in thermischer Wechselwirkung steht, muss nicht nur die Strömung selbst, sondern auch der Wärmetransport bestimmt werden. Abb. 4 zeigt diese Temperaturverteilung zu einem beliebigen Zeitpunkt, wobei rote Farben hohe und blaue Farben tiefe Temperaturen repräsentieren. Da bei diesen CFD-Berechnungen die Strömungsgrößen nicht nur an jedem Ort sondern auch zu jedem Zeitpunkt vorliegen, können die Zeitspannen bis zum Erreichen des Betriebspunktes nach dem Anfahren sowie die Menge und die Qualität der Produkte an den verschiedenen Auswurföffnungen bestimmt werden.

Autor des Artikels ist Dr. Roy Mayer, der in Weener die deutsche Niederlassung des niederländischen Unternehmens FlowMotion leitet; E-Mail-Kontakt: mayer@flowmotion.nl

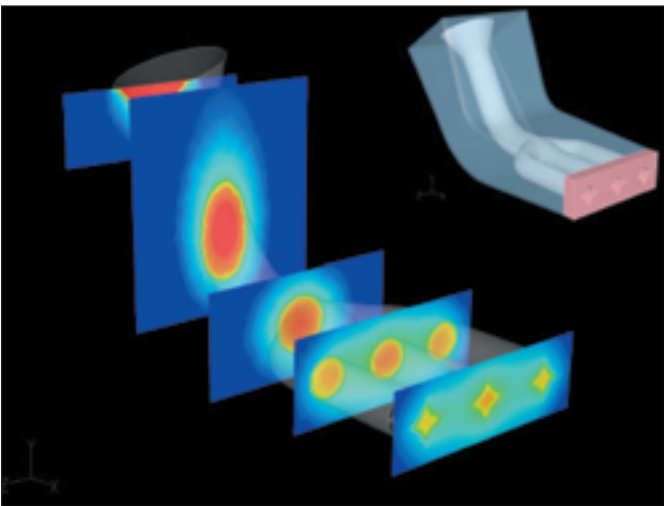


Abb. 4: Temperaturverteilung während eines Formvorganges

ABBILDUNGEN: FLOWMOTION

Damit Sie erfolgreich schneiden können!

Fordern Sie zuverlässige Qualität, dann kommen Sie an unseren Schneidwerkzeugen nicht vorbei: Fleischwolsätze, Kutter- und Spezial- Messer. Außergewöhnliche Konditions- und Service- Vorteile bilden unsere Besonderheit.

Deshalb - testen Sie uns!

Messer + Klingen für alle Maschinen der Lebensmittel-Industrie!

SCHERER GMBH

Bölkowstr. 7 · D-49565 Bramsche
Telefon (05461) 4836 · Telefax (05461) 5317
http://www.scherer-messer.de

Kreative Planung und Beratung für Ihren Erfolg!

- GECI Silikonschläuche mit Spezialeinband und FDA Zulassung
- GECI VIEWLINE bruchssichere Schaulaternen
- KOLTEK 3-Wege Ventile manuell oder gesteuert aus Edelstahl mit Teflon-Verschlußorgan
- Schaumreinigungsanlagen, Betriebshygiene-technik
- Bodenablaufsysteme und Gullys
- Absperrklappen, Probenahmeventile, Schaltscheiben
- Rohrleitungen, Fittinge und sonstiges Anlagenzubehör

www.mogema.de

Die neue Service-Qualität für die Nahrungs- und Genussmittelindustrie.

- Instandhaltung von Produktions-, Verpackungs- und Abfüllanlagen
 - Reinigung und Desinfektion
 - Technisches und infrastrukturelles Facility Management
 - Produktionsunterstützung
 - Betriebslogistik
- Wir informieren Sie gern ausführlich.

Riehler Straße 36
50668 Köln
Tel. (02 21) 77 58-0
Fax (02 21) 77 58-250
info@tkin.de
www.tkin.de
Ein Unternehmen von
ThyssenKrupp Services

ThyssenKrupp Industrieservice
... hält Unternehmen fit.



ThyssenKrupp