

Infobrief 3/2021

Aktuelles über CFD Schuck

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Katastrophenmeldungen der letzten Tage haben uns zutiefst erschüttert. Unser Mitgefühl gilt natürlich den Opfern und ihren Angehörigen und all denen, die vor den Trümmern ihrer Existenz stehen. Trotz der Warnmeldungen der Wetterdienste konnten die Schäden nicht verhindert werden. Vielen Beteiligten hat die Vorstellungskraft dazu gefehlt, welche Zerstörungskraft diese Wassermassen haben. Jetzt gilt es nach vorn zu schauen, Katastrophenschutzmaßnahmen zu überprüfen und Gefahrenpotentiale zu identifizieren, z. B. über Starkregensimulationen. Seit vielen Jahren prüfen wir regelmäßig unsere Katastrophenpläne und -sicherungen für verschiedene Szenarien. Glücklicherweise haben wir sie noch nie im Ernstfall gebraucht.

Nicht nur Naturgewalten können für Unternehmen katastrophale Ausmaße annehmen. Gern übersehen wird die Cybersecurity. Die Enthüllungen im Pegasus-Projekt haben gezeigt, wie ausgefeilt Angriffe mittlerweile sind, und dass wir gut daran tun, hier beständig in Mitarbeiterbildung und IT zu investieren, um Ihre Daten stets gut schützen zu können.

Sollten Sie einen weiteren Interessenten kennen oder keine Zusendung wünschen, so geben Sie uns bitte kurz Rückmeldung per E-Mail an service@cf-d-schuck.de.



Ich wünsche Ihnen gute Unterhaltung bei der Lektüre.

Ihr

Andreas Schuck

Fachlicher Ausflug – Diffusionsprozesse

Die meisten technischen Anwendungen, bei denen CFD-Methoden Anwendung finden, sind geprägt von konvektiven Transportvorgängen. Häufig sind diese so schnell, dass starke Turbulenzen auftreten, mitunter sogar im Überschallbereich.

Bei Vorgängen die dagegen nur sehr langsam ablaufen gewinnt ein anderer Transportvorgang immer mehr an Bedeutung je geringer die Geschwindigkeit wird: die Diffusion. Auch solche Prozesse können mittels CFD simuliert werden.

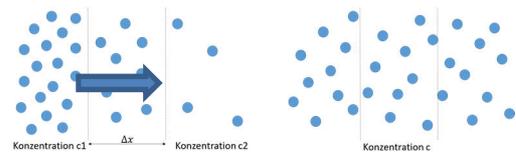


Abbildung 1: Veranschaulichung von Diffusionsströmen und des zugrundeliegenden Konzentrationsgradienten

Mathematisch wird Diffusion mittels der Fickschen Gesetze modelliert. Diese setzen die zeitliche Änderung der Konzentration c in Relation zu ihrer räumlichen Änderung.

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \nabla \cdot (D \nabla c)$$

Ein Maß für die Relevanz von Diffusion ist der Diffusionskoeffizient D . Je größer dieser ist, desto wichtiger wird die Betrachtung solcher Vorgänge. Der Diffusionskoeffizient ist keine reine Stoff-, sondern eine Systemgröße, abhängig davon, welcher Stoff in welchen Stoff diffundiert, von Temperatur und Druck.

Substanz	Diffusionskoeffizient D in cm^2/s
Wasserstoff	0,69
Ammoniak	0,246
Wasserdampf	0,241
Sauerstoff	0,231
Methan	0,22
Kohlendioxid	0,1437
Aceton	0,1049
Benzol	0,0859
Toluol	0,0763

Abbildung 2: Diffusionskoeffizienten ausgewählter Gase und Dämpfe in Luft bei 20°C und 1013 hPa (nach Jessel, Gase-Dämpfe-Gasmesstechnik, Dräger AG 2001)

Mathematisch stellt die (numerische) Lösung der Gleichung für den Strömungsmechaniker eine bekannte Aufgabe dar. Die stark unterschiedlichen Zeitskalen der konvektiven und diffusiven Vorgänge können jedoch zu langen Rechenzeiten und Instabilitäten führen. Vorüberlegungen zur Notwendigkeit diffusive Vorgänge zu betrachten, sind daher essentiell für die wirtschaftliche Berechnung strömungsmechanischer / thermodynamischer Vorgänge.

Der Stoff, bei dem die Berücksichtigung der Diffusion zuallererst diskutiert werden muss, ist Wasserstoff. Bedingt durch seine geringe Molekülgröße besitzt er den mit Abstand höchsten Diffusionskoeffizienten in allen Stoffen. Da die Bedeutung von Wasserstoff in den letzten Jahren stark zugenommen hat (u. a. im Kraftfahrzeugbereich oder der Energiewirtschaft) werden diese Vorgänge in der CFD Schuck Ingenieurgesellschaft verstärkt modelliert.

Beispiel: Drehrohrofen

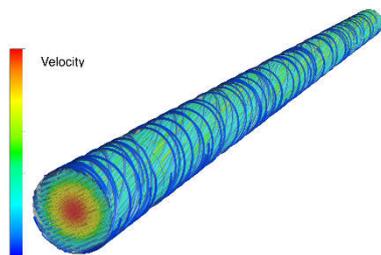


Abbildung 3: Strömungsfeld eines Drehrohrofens

Als Beispiel für die Notwendigkeit der Betrachtung von Diffusion in einer Gasatmosphäre soll an dieser Stelle ein vereinfachter sich drehender Ofen vorgestellt werden.

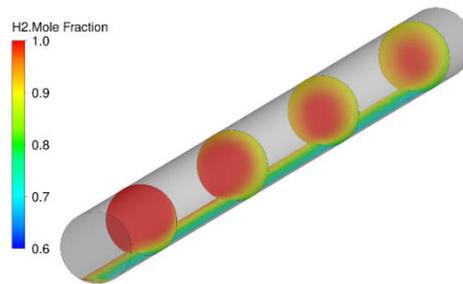


Abbildung 4: Wasserstoffverteilung entlang eines Drehrohrofens

Im Innern herrscht eine Wasserstoffatmosphäre in die Wasserdampf einströmt. Die Vermischung der beiden Stoffkomponenten Wasserstoff und Wasserdampf wird insbesondere in radialer Richtung durch Diffusion verstärkt. Eine alleinige Berücksichtigung der Konvektion unter Vernachlässigung von Diffusionseffekten führt hier zur Unterschätzung der Homogenisierung des Gemischs.

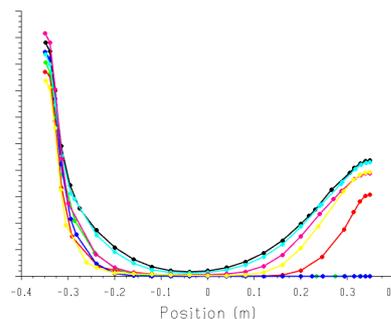


Abbildung 5: radiale Verteilung der Wasserdampf-konzentration in verschiedenen Rohrabschnitten

Falls dazu noch chemische Reaktionen betrachtet werden sollen, so können diese ohne die Berechnung von Diffusion nicht mehr zufriedenstellend genau ausgewertet werden, da die lokale Gaskonzentration Einfluss auf die Reaktionskinetik hat.

Bitte sprechen Sie uns an, damit wir Ihnen ein individuelles Angebot für Ihre Fragestellung erstellen können.

CFD-Know-how seit 1990.
Mit uns können Sie rechnen.

Standort Heidenheim
 Bahnhofplatz 3
 89518 Heidenheim
 Tel. +49 (0)7321 34 93-3
 Fax +49 (0) 7321 34 93-59

Standort München
 Ingolstädter Str.22
 80807 München
 Tel.+49 (89) 35 82 80-6
 Fax +49 (89) 35 82 80-89