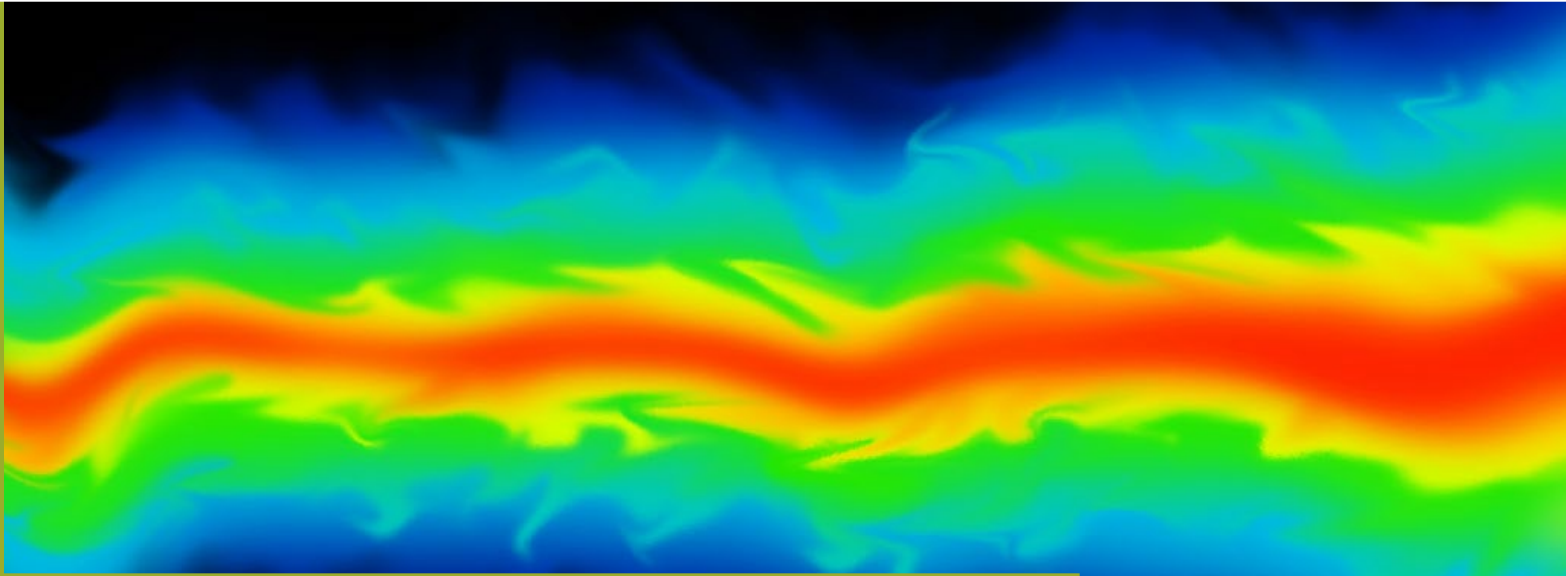


Schneller Weg zum  
Prozessverständnis mit  
Praxisübungen

Forum

# CFD und Ingenieure

Computational Fluid Dynamics richtig einsetzen



## Die Top-Themen:

- **Wie wählt man ein passendes Modell aus?**
- **Auf dem Weg zur korrekten Lösung: Vernetzung, Stabilitätskriterien, Fehlerquellen**
- **Grundlagen der Turbulenzmodellierung**
- **Modellierung von Wärme- und Stofftransport**
- **Was gewinnt ein Ingenieur oder Techniker aus den CFD-Ergebnissen?**
- **Berechnung von Rührkessel und Wärmeübertrager anhand von Beispielen**

### Termine und Orte

26. und 27. März 2020  
Paderborn

### Forumsleitung

Prof. Dr. Eugeny Kenig, Univer-  
sität Paderborn, Lehrstuhl für  
Fluidverfahrenstechnik



## Allgemeine Informationen

### Zielsetzung

**Computational Fluid Dynamics (CFD) ist mittlerweile ein Simulationstool für Ingenieure geworden, welches nicht mehr wegzudenken ist. CFD-Methoden bieten eine vergleichsweise schnelle, kostengünstige und sichere Möglichkeit das Verständnis von Strömungsvorgängen und Transportprozessen zu verbessern, Parameterstudien durchzuführen und Optimierungsansätze zu prüfen.**

Durch die zunehmende Rechnerleistung und stetige Verbesserung der Simulationsmethoden erweitern sich die Einsatzgebiete und die Zahl der Anwender steigt kontinuierlich. Dennoch birgt diese Technologie, besonders bei Anwendern mit geringer Erfahrung, auch mögliche Fehlerquellen. Das Forum soll helfen diese Schwelle zu überwinden und die CFD-Methoden bei einem breiteren Anwenderfeld als zuverlässiges Werkzeug zu etablieren. Es richtet sich sowohl an Neueinsteiger als auch an CFD-Nutzer, die ihre Kenntnisse festigen möchten. Dabei wird auf umfangreiche komplementäre Erfahrungen einer Universität und eines Softwareentwicklers zurückgegriffen. Nach den einzelnen Lehreinheiten sind gesonderte Forumdiskussionen vorgesehen, um die Fragen der Forumsteilnehmer ausführlich zu behandeln



### Zielgruppe

Ingenieure, Chemiker, Biotechniker, Physiker, Pharmazeuten und verwandte Berufsgruppen aus der

- Chemie
- Pharmazie
- Lebensmittelindustrie
- Wärmetechnik und
- dem Anlagen- und Apparatebau



### Forumsleitung

**Prof. Dr. Eugeny Kenig**, Universität Paderborn, Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik

Prof. Eugeny Kenig promovierte 1985 an der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau. Von 1994 bis 1995 war er Alexander von Humboldt-Stipendiat an der Universität Dortmund. Anschließend arbeitete er als Wissenschaftler an den Universitäten Dortmund und Essen sowie bei der BASF in Ludwigshafen. Im Jahr 1999 habilitierte er am Fachbereich Chemietechnik der Universität Dortmund und wurde später zum apl. Professor ernannt. Seit Juli 2008 ist er Inhaber des Lehrstuhls für Fluidverfahrenstechnik an der Universität Paderborn. Er ist in verschiedenen Forschungsbereichen tätig, die sich mit konventionellen und reaktiven Trennverfahren, Mikrotrennverfahren und effizientem Energiemanagement befassen.

### Referenten

**Thomas Eppinger**, Dipl.-Ing., Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., Nürnberg

**René Bertling M.Sc.**, Universität Paderborn, Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik

## Forumsinhalte

1. Tag 09:00 bis 18:00 Uhr (mit Forumdiskussionen)
2. Tag 09:00 bis 16:00 Uhr (mit Forumdiskussionen)

### 1. Einführung

- CFD – "Colors For Directors" oder mehr?
- Aus welchen Komponenten besteht die CFD?
- Status Quo und Software
- CFD-Anwendungen in Engineering – Klassifizierung
- Besonderheiten von Ein- und Mehrphasenströmungen
- Kompressible und inkompressible Strömungen

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 2. Fluiddynamische Gleichungssysteme

- Kontinuitätsgleichung
- Impulsgleichung
- Energiegleichung
- Stofftransportgleichung
- Zustandsgleichungen

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 3. Wie soll ein passendes Modell gewählt werden?

- Rolle der Physik und ausgewählter Software
- Zulässige Vereinfachungen
- Geschickte Wahl des Rechengebiets und der Randbedingungen

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 4. Anfangs- und Randbedingungen

- Wann werden Anfangsbedingungen benötigt?
- Randbedingungen mit Beispielen

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 5. Lösungsmethoden und Diskretisierung

- Wie löst man fluiddynamische Gleichungssysteme?
- Numerische Methoden
- Approximation der Ableitungen
- Diskretisierungsmethoden und -kriterien
- Vernetzung
- Stabilitätskriterien: Wie wird eine stabile Lösung gewährleistet?

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 6. Validierung der Ergebnisse

- Fehlerquellen
- Abbruchkriterien
- Konvergenz nicht erreicht: Was nun?
- Validierungsmethoden

Prof. Dr. Eugeny Kenig

### 7. CFD als Ersatz für reale Experimente

- Druckverlustbeiwerte

- Wärmeübergangs- / Wärmedurchgangskoeffizienten
  - Verweilzeitermittlung
  - Bestimmung wichtiger integraler Größen
- Dipl.-Ing. Thomas Eppinger, Prof. Dr. Eugeny Kenig

#### 8. Wahl der Anfangs- und Randbedingungen am konkreten Beispiel

Dipl.-Ing. Thomas Eppinger

#### 9. Turbulenzmodellierung

- Turbulenz als Schlüssel zum Verständnis verschiedener Phänomene
- Vor- und Nachteile verschiedener Turbulenzmodelle
- Turbulenz im wandnahen Bereich

Dipl.-Ing. Thomas Eppinger

#### 10. Wärme- und Stofftransportmodellierung in einphasigen Systemen

- Modellierung der verschiedenen Transportmechanismen
- Bedeutung der Vernetzung
- Ableitung ingenieurtechnischer Kenngrößen

Dipl.-Ing. Thomas Eppinger

#### 11. Rührkessel

- Modellierungsansätze für bewegte Systeme
- Beispiele mit Berücksichtigung von Turbulenz und Energietransport

Dipl.-Ing. Thomas Eppinger, Prof. Dr. Eugeny Kenig

#### 12. Kissenplatten- Wärmeübertrager

- Warum Kissen?
- Geometrie und Gestaltung
- Herstellung und Geometrische Parameter
- Virtuelle Geometrieerzeugung
- Erstellung des CFD-Modells
- Simulationsergebnisse und Interpretation

Prof. Dr. Eugeny Kenig

#### ++ Forumsdiskussion

#### 13. Einführung in die Software STAR-CCM+

- Einführung: Vernetzung in der Praxis
- Erfassen von Druckverlust und Strömungsprofilen
- Einfluss von Eintrittsrandbedingungen
- Beurteilung der Konvergenz

René Bertling, M.Sc.

#### Veranstaltungsdokumentation

Jeder Teilnehmer erhält eine Dokumentation wie Präsentationsunterlagen, Handbuch o.ä. und eine VDI Wissensforum-Teilnahmebescheinigung.

#### 14. Reduktion des Rechengebiets

- Ausnutzung von Symmetrien
  - Einfluss periodischer Randbedingungen
- René Bertling, M.Sc.

#### 15. Modellierung von Wärmetransport

- Wahl von Modellen und Randbedingungen
  - Berechnung von Wärmeübergangskoeffizienten
- René Bertling, M.Sc.

#### 16. Modellierung des Wärmedurchgangs für eine komplexere Geometrie mit gemeinsamer Diskussion

- Wahl des Rechengebiets
- Wahl der Modelle und Randbedingungen
- Wo muss das Netz verfeinert werden?

René Bertling, M.Sc.

#### 17. Selbstständiges Arbeiten anhand eines vorbereiteten Falles

- Eigenständige Umsetzung; Wahl der Modelle und Randbedingungen
- Lokale Verfeinerung des Rechennetzes
- Erfassung der benötigten Kenngrößen zur Beurteilung von Netzunabhängigkeit und Konvergenz

René Bertling, M.Sc.

#### ++ Diskussion der Ergebnisse und möglicher Fehler(quellen)

#### 18. Bestimmung ingenieurtechnischer Kenngrößen in einem Rührkessel

- Auswahl der Modelle und Randbedingungen für bewegte Systeme
- Netzverfeinerung
- Bestimmung von Kenngrößen aus der CFD-Simulation
- Parametrisierung von Geometrien
- Manuelle Änderung und automatisierte Optimierung

Dipl.-Ing. Thomas Eppinger

#### ++ Abschlussdiskussion



Hinweis

Die Übungen im Forum werden basierend auf der kommerziellen CFD-Software STAR-CCM+ (Siemens AG) durchgeführt.

VDI Wissensforum GmbH | VDI-Platz 1 | 40468 Düsseldorf | Deutschland

Sie haben noch Fragen?  
Kontaktieren Sie uns einfach!

**VDI Wissensforum GmbH**  
Kundenzentrum  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf  
Telefon: +49 211 6214-201  
Telefax: +49 211 6214-154  
E-Mail: wissensforum@vdi.de  
www.vdi-wissensforum.de

Ich nehme wie folgt teil (zum Preis p. P. zzgl. MwSt.):

<b>Forum</b>
<input type="checkbox"/> <b>26. und 27. März 2020</b> <b>Paderborn</b> (05F0030001)
EUR 1.490,-

19M05P070

Ich bin VDI-Mitglied und erhalte **pro Veranstaltungstag EUR 50,- Rabatt** auf die Teilnahmegebühr: VDI-Mitgliedsnummer\* \_\_\_\_\_

\*Für den VDI-Mitglieder-Rabatt ist die Angabe der VDI-Mitgliedsnummer erforderlich.

**Meine Kontaktdaten:**

Nachname \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

Titel \_\_\_\_\_ Funktion/Jobtitel \_\_\_\_\_ Abteilung/Tätigkeitsbereich \_\_\_\_\_

Firma/Institut \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ, Ort, Land \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_ Mobil \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Abweichende Rechnungsanschrift \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Teilnehmer mit einer Rechnungsanschrift außerhalb Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz bitten wir, mit Kreditkarte zu zahlen. Bitte melden Sie sich über [www.vdi-wissensforum.de](http://www.vdi-wissensforum.de) an. Auf unserer Webseite werden Ihre Kreditkartendaten verschlüsselt übertragen, um die Sicherheit Ihrer Daten zu gewährleisten.

Die **allgemeinen Geschäftsbedingungen** der VDI Wissensforum GmbH finden Sie im Internet: [www.vdi-wissensforum.de/de/agb/](http://www.vdi-wissensforum.de/de/agb/)

**Veranstaltungsort(e)**  
**Paderborn:** Universität Paderborn, Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, Tel. +49 5251/6-00

**Leistungen:** Im Leistungsumfang sind die Pausengetränke und an jedem vollen Veranstaltungstag ein Mittagessen enthalten. Ausführliche Veranstaltungunterlagen werden den Teilnehmern am Veranstaltungsort ausgehändigt.

**Exklusiv-Angebot:** Als Teilnehmer dieser Veranstaltung bieten wir Ihnen eine 3-monatige, kostenfreie VDI-Probenmitgliedschaft an (dieses Angebot gilt ausschließlich bei Neuaufnahme).



**Datenschutz:** Die VDI Wissensforum GmbH verwendet die von Ihnen angegebene E-Mail-Adresse, um Sie regelmäßig über ähnliche Veranstaltungen der VDI Wissensforum GmbH zu informieren. Wenn Sie zukünftig keine Informationen und Angebote mehr erhalten möchten, können Sie der Verwendung Ihrer Daten zu diesem Zweck jederzeit widersprechen. Nutzen Sie dazu die E-Mail-Adresse [wissensforum@vdi.de](mailto:wissensforum@vdi.de) oder eine andere der oben angegebenen Kontaktmöglichkeiten.

Auf unsere allgemeinen Informationen zur Verwendung Ihrer Daten auf <https://www.vdi-wissensforum.de/datenschutz-print> weisen wir hin. Hiermit bestätige ich die AGBs der VDI Wissensforum GmbH sowie die Richtigkeit der oben angegebenen Daten zur Anmeldung.

Ihre Kontaktdaten haben wir basierend auf Art. 6 Abs. 1 lit. f) DSGVO (berechtigtes Interesse) zu Werbezwecken erhoben. Unser berechtigtes Interesse liegt in der zielgerichteten Auswahl möglicher Interessenten für unsere Veranstaltungen. Mehr Informationen zur Quelle und der Verwendung Ihrer Daten finden Sie hier: [www.wissensforum.de/adressquelle](http://www.wissensforum.de/adressquelle)

Mit dem FSC® Warenzeichen werden Holzprodukte ausgezeichnet, die aus verantwortungsvoll bewirtschafteten Wäldern stammen, unabhängig zertifiziert nach den strengen Kriterien des Forest Stewardship Council® (FSC). Für den Druck sämtlicher Programme des VDI Wissensforums werden ausschließlich FSC-Papiere verwendet.

