

## HINWEISE FÜR TEILNEHMER

### VERANSTALTUNGSORT

DECHEMA-Haus  
Theodor-Heuss-Allee 25  
60486 Frankfurt am Main

### ARBEITSMATERIAL

Bitte bringen Sie zum Kurs einen Taschenrechner und ein Notebook mit und stellen Sie sicher, dass MS-Excel auf diesem installiert ist.

### ANMELDUNG

Sie können sich online, mit dem Anmeldeformular oder formlos per E-Mail anmelden:

DECHEMA-Forschungsinstitut  
Weiterbildung  
Postfach 170352  
D-60077 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 7564-253/202  
Fax: +49 69 7564-414  
E-Mail: [gruss@dechema.de](mailto:gruss@dechema.de)  
[weber-heun@dechema.de](mailto:weber-heun@dechema.de)  
Internet: [www.dechema-dfi.de/kurse](http://www.dechema-dfi.de/kurse)

Die Weiterbildungskurse werden vom DECHEMA-Forschungsinstitut, eine Stiftung bürgerlichen Rechts, in Kooperation mit der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. angeboten.

### KURSGEBÜHR

850,- €  
835,- € (persönliche DECHEMA-Mitglieder)

(inkl. Vorlesungsunterlagen, Teilnahmezertifikat, Mittagsimbiss und Pausengetränke)

## HINWEISE FÜR TEILNEHMER



### ANFAHRT

Eine detaillierte Anfahrtsbeschreibung finden Sie unter <http://dechema-dfi.de/Anfahrt.html>.



### WEITERBILDUNGSKURS

30. November - 1. Dezember 2017  
Frankfurt am Main

## Maßstabsvergrößerung katalytischer Reaktoren



## ZUM SEMINAR

Der Reaktor ist das Herz aller industriellen Synthesen. Mehr als 90 % der chemischen Produkte werden heterogen-katalytisch hergestellt. Die meist auf der inneren Oberfläche eines partikelförmigen keramischen Trägers fein dispers verteilten katalytisch aktiven Komponenten müssen dabei mit den gasförmigen oder flüssigen Reaktanten in Kontakt gebracht werden. Die effektive Reaktionsgeschwindigkeit wird daher in der Regel signifikant von Effekten des Stoff- und Wärmetransport beeinflusst.

Bei Auswahl, Dimensionierung und Maßstabsvergrößerung chemischer Reaktoren müssen eine große Anzahl von Aspekten berücksichtigt werden. Die optimale Reaktorgeometrie und die optimale Reaktionsführung werden dabei im Spannungsfeld variable Kosten (spezifischer Rohstoff- und Energiebedarf, Druckverlust) vs. fixe Kosten (Reaktorvolumen, Verhältnis Höhe / Durchmesser, Apparatekosten) identifiziert.

Die reaktionstechnische Dimensionierung führt zur Festlegung des notwendigen Reaktorvolumens bzw. der notwendigen mittleren Verweilzeit und der Prozessparameter wie Temperatur im Zulauf, Art der Temperierung sowie Druck und Molverhältnis der Reaktanten und ggf. notwendigen inerten Komponenten.

Die geometrische Verteilung des Reaktionsvolumens, z.B. das Verhältnis von Höhe zu Durchmesser oder die volumenbezogene Oberfläche des Apparats ergeben sich meist aus Überlegungen zum zulässigen Druckverlust sowie zum zuverlässigen und sicheren Abtransport der Reaktionswärme.

Die Beherrschbarkeit des Reaktors bzw. der Abstand des gewählten Betriebspunktes vom Runaway bzw. seine intrinsische Stabilität sowie das erwartete Verhalten bei Ausfall der Kühlung sind die Kriterien, die die Basisplanung dominieren.

Die nach dem Stand der Technik zur Durchführung heterogen-katalytischer Reaktionen entwickelten Reaktoren gehen auf zwei Familien chemischer Reaktoren zurück: 1) die Familie der Festbettreaktor und 2) die Familie der Wirbelbettreaktor.

Die wichtigsten Kriterien zur Auswahl eines geeigneten Subtyps dieser Familien sind der Druckverlust, der spezifische Wärmestrom, die Partikelgröße des Katalysatorträgers und die Katalysatorstandzeit.

Im Rahmen des Seminars werden Methoden zur Maßstabsvergrößerung und Basisplanung katalytischer Reaktoren vermittelt. Diese basieren auf der Lösung der relevanten Bilanzgleichungen für Material und Enthalpie. Ergänzt werden diese durch Anwendung ähnlichkeitstheoretischer Kennzahlen für z.B. den Wärme- und Stoffübergang. Der Designprozess wird durch Checklisten geführt und durch heuristische Regeln ergänzt.

## ZIELE UND INHALTE DES SEMINARS

Ziel des Seminars ist die Vermittlung der Methodenkompetenz der Auswahl, Dimensionierung und Maßstabsvergrößerung chemischer Reaktoren zur industriellen Durchführung heterogen-katalytischer Synthesen.

Die Seminarteilnehmer können nach der Teilnahme an dem Seminar Konzepte zur Beschreibung der Kopplung von Wärmetransport und Stofftransport mit chemischen Reaktionen benennen und beschreiben. Sie können die Bilanzgleichungen für Material und Enthalpie analytisch oder numerisch lösen und wenden bei der Maßstabsvergrößerung ähnlichkeitstheoretische Ansätze an. Die Seminarteilnehmer sind in der Lage, optimale Prozessbedingungen zu identifizieren, wählen geeignete Reaktoren aus und können eine Basisplanung für heterogen-katalytische Fluid/Feststoff-Reaktoren durchführen. Sie sind in der Lage, ein Optimum im Spannungsfeld variable Kosten vs. fixe Kosten zu identifizieren und können die notwendigen Berechnungsschritte zur Reaktordimensionierung und Maßstabsvergrößerung strukturieren.

## SEMINARINHALTE

- » Einführung
- » Kennzahlen zur Charakterisierung eines Reaktionssystems
- » Reaktorauswahl
- » Basisplanung (basic engineering)
  - Stoffwerte
  - Reaktionsgleichgewicht
  - Reaktionskinetik
  - Stofftransport
  - Wärmetransport
  - Druckverlust
  - sicherheitstechnische Analyse (runaway)
  - Checklisten zur Basisplanung
  - Apparatedatenblatt

- » Maßstabsvergrößerung
  - vom Labor ins Technikum / zur Mini-Plant
  - vom Technikum zur Pilotanlage / Produktion
  - ähnlichkeitstheoretische Kennzahlen
  - Lösung der Bilanzgleichungen für Material und Enthalpie
- » Anwendungsbeispiele
  - Festbettreaktor
  - Hordenreaktor
  - Rohrbündelfestbettreaktor
  - Wirbelbettreaktor
- » Kostenschätzung

## DOZENT

*Thomas Rieckmann, Prof. Dr.-Ing.*

Chemische Reaktionstechnik, Prozess- und Produktentwicklung, Institut für Anlagen und Verfahrenstechnik, Technische Hochschule Köln

## TEILNEHMERKREIS

Verfahrenstechniker, Prozesstechniker, Chemieingenieure und Technische Chemiker aus allen Bereichen der Prozessindustrie, die sich mit der Auslegung und Maßstabsvergrößerung chemischer Reaktoren für heterogen-katalytische Synthesen beschäftigen.

Fachliche Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme an dem Seminar sind ein routinierter Umgang mit algebraischen Gleichungen, Grundkenntnisse der Integral- und Differentialrechnung, Grundlagen der Reaktionskinetik und der chemischen Thermodynamik sowie zum Stofftransport durch Diffusion und Stoffübergang an Phasengrenzen und zum Wärmetransport durch Wärmeleitung, Wärmestrahlung und Wärmeübergang. Spezifische Programmierkenntnisse werden nicht benötigt.

Die Teilnehmerzahl ist auf 16 Personen begrenzt.

## FORM DER WISSENSÜBERMITTLUNG

Vortrag und Diskussion mit Seminarunterlagen in ausgedruckter Form und als pdf-Dokumente; Anwendungsbeispiele.

I  
Brief-/Fax-Antwort  
(Fax-Nr.: +49 69 7564-414)

DECHEMA-Forschungsinstitut  
Weiterbildung  
Postfach 17 03 52  
D-60077 Frankfurt am Main

**Anmeldung für den DECHEMA-Kurs 7187 vom 30.11. – 01.12.2017**  
**“Maßstabsvergrößerung katalytischer Reaktoren” in Frankfurt am Main**

Anmeldeschluss: 09.11.2017 Die Anmeldungen werden entsprechend der Reihenfolge des Eingangs berücksichtigt.

---

Veranstaltungsteilnehmer

Frau  Herr  Titel \_\_\_\_\_

Name \_\_\_\_\_ Vorname \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Telefon/Fax \_\_\_\_\_ E-Mail \_\_\_\_\_

Ich bin persönliches DECHEMA-Mitglied  ja  nein

Abweichende Rechnungsanschrift

Firma \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Gewünschte Zahlungsweise

Überweisung nach Erhalt der Rechnung

Abbuchung per Kreditkarte:

Mastercard  Visa

Kartennummer \_\_\_\_\_ Gültig bis \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Die Kursgebühr beträgt 850,- € /835,- € (persönliche DECHEMA-Mitglieder). Wird eine Anmeldung mindestens zwei Wochen vor Kursbeginn storniert, erfolgt Erstattung der Teilnehmergebühr abzüglich 10 % für Verwaltungskosten. Bei Stornierung zu einem späteren Termin ist eine Erstattung nicht mehr möglich. Unsere Teilnehmergebühren unterliegen nicht der Umsatzsteuerpflicht (Steuerbefreiung nach § 4.22 UStG).

Mit der Anmeldung akzeptieren Sie unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen. Diese finden Sie im Internet unter <http://dechema-dfi.de/agb> oder Sie können sie beim Weiterbildungssekretariat der DECHEMA anfordern.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift und Firmenstempel