HINWEISE FÜR TEILNEHMER

TEILNEHMERKREIS

Verfahrenstechniker, Prozesstechniker, Chemieingenieure und Technische Chemiker aus allen Bereichen der Prozessindustrie, die sich mit der Auslegung und Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse beschäftigen.

Die Teilnehmerzahl ist auf 16 Personen begrenzt.

FORM DER WISSENSÜBERMITTLUNG

Vortrag, Diskussion, Berechnungsbeispiele sowie ausgedruckte Seminarunterlagen als Tischvorlage.

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

Melden Sie sich online, mit unserem Anmeldeformular oder ganz einfach und formlos per E-Mail an:

DECHEMA-Forschungsinstitut
Weiterbildung
Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 7564-253/202
Fax: +49 69 7564-414
E-Mail: nicola.gruss@dechema.de
E-Mail: patrice.mengler@dechema.de
Internet: http://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.

HINWEISE FÜR TEILNEHMER

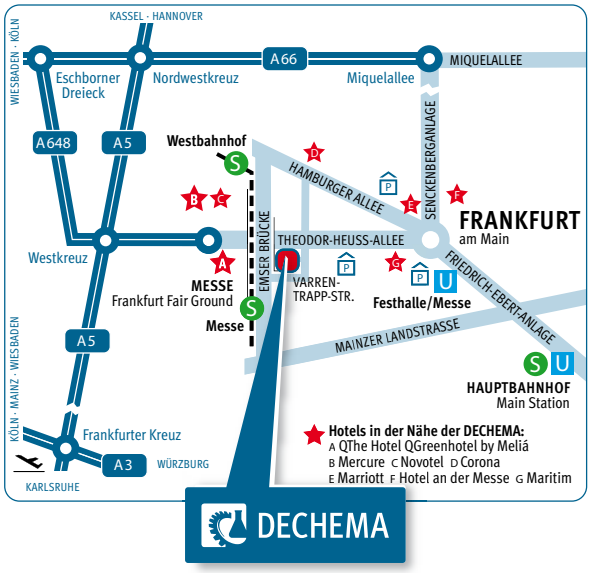
KURSGEBÜHR

inkl. Kursunterlagen, Teilnahmezertifikat, Mittagsimbiss und Pausengetränke

850,- €

835,- € (persönliche DECHEMA-Mitglieder)

ANFAHRT



Eine detaillierte Wegbeschreibung finden Sie hier:
http://dechema-dfi.de/Anfahrt.html.

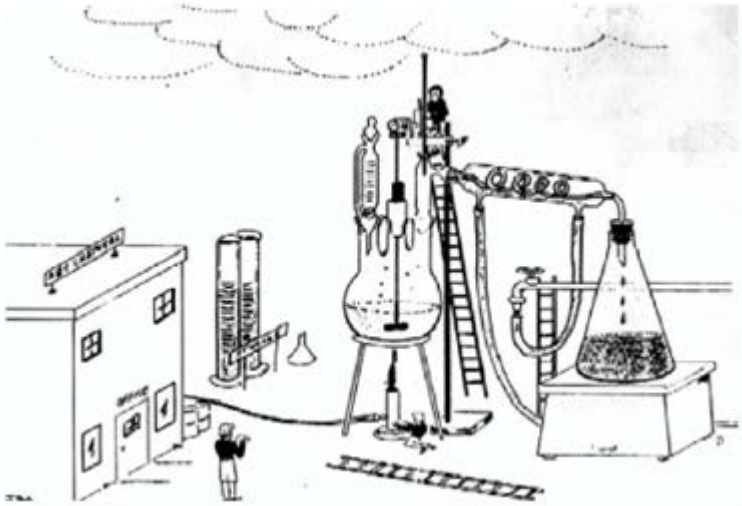
DECHEMA

WEITERBILDUNGSKURS

20. - 21. Februar 2019
Frankfurt am Main

Scale-Up

Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse



„The bench scale results were so good that we by-passed the pilot-plant“
Stitt, E.H. ***Chem. Eng. J. 90*** (2002) 47

MASSSTABSVERGRÖSSERUNG VERFAHRENSTECHNISCHER PROZESSE

Verfahrenstechnische Prozesse leiten sich aus den gewünschten technischen Funktionen und meist standardisierten Grundoperationen ab. Dennoch sind viele Apparate und Maschinen Unikate, die spezifisch dimensioniert und in der Regel im Maßstab vergrößert werden müssen.

Die Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse ist wegen der umgekehrt proportionalen Abhängigkeit der spezifischen Oberflächen von der Apparategröße bzw. dem Durchmesser nicht trivial. Maßstabsvergrößerung ist nach wie vor mehr eine Kunst, als ein Handwerk.

Wegen der Komplexität des Wärme- und Stofftransports ist eine Maßstabsvergrößerung in der industriellen Praxis häufig nicht auf Basis rigoroser physiko-chemischer Modelle und den daraus abgeleiteten Bilanzgleichungen realisierbar.

Hier kann die Ähnlichkeitstheorie bzw. Dimensionsanalyse einen wichtigen Beitrag leisten. Die aus der Dimensionsanalyse abgeleiteten Kennzahlen und die daraus abgeleiteten Funktionen sind von der Geometrie, den Prozessparametern und von den Stoffwerten unabhängig. An Modellapparaten und mit Hilfe von Modellsubstanzen ermittelte Beziehungen sind im Rahmen der experimentellen Gültigkeitsbereiche beliebig skalierbar.

Die wertvollste Information, die für die Maßstabsvergrößerung aus der Dimensionsanalyse ableitbar ist, ist jedoch die Kenntnis, der die dimensionslosen Kenngrößen verbindenden Proportionalitäten. Liegt das Vertrauensintervall einer ähnlichkeitstheoretischen Funktion typischerweise in einem weiten Bereich von ca. 15 - 25 %, sind die Proportionalitäten der in diesen Funktionen verbundenen Kennzahlen durch eine große Anzahl experimenteller Befunde gesichert und sehr verlässlich. Ein Beispiel ist die Proportionalität $Nu \sim Re^{0,67}$ für den Wärmeübergang in Rührwerksbehältern. Auf Basis dieser gesicherten Proportionalitäten können die aus Messungen an Miniplants, Pilotanlagen und Anlagen anderer Kapazitäten gewonnenen Parameter mit großer Genauigkeit umgerechnet bzw. skaliert werden.

ZIELE UND INHALTE DES SEMINARS

Ziel des Seminars ist die Vermittlung der Kompetenz zur Nutzung ähnlichkeitstheoretischer Beziehungen bei der Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Apparate und Maschinen. Basis der Maßstabsvergrößerung sind die aus der Ähnlichkeitstheorie bzw. der Dimensionsanalyse abgeleiteten Proportionalitäten.

Die Seminarteilnehmer erstellen eine Relevanzliste und entwickeln die entsprechenden dimensionslosen Kennzahlen. Sie wenden ähnlichkeitstheoretische Gleichungen bei der Maßstabsvergrößerung an und nutzen die aus den Kennzahlen und Gleichungen abgeleiteten Proportionalitäten. Die Seminarteilnehmer kennen die Stärken und Schwächen der Maßstabsvergrößerung auf Basis ähnlichkeitstheoretischer Ansätze.

SEMINARINHALTE

- Kontext Prozessentwicklung und Anlageplanung
- Literaturempfehlungen
- Maßstabsvergrößerung
  - Kunst oder Handwerk?
  - Aufgabe („job“) und Ursache („worker“)
  - 7 Schritte zur Maßstabsvergrößerung
  - Konzept der geometrischen Ähnlichkeit bei der Maßstabsvergrößerung
  - geometrische Ähnlichkeit als Ursache für das Scheitern einer Maßstabsvergrößerung
  - Schwierigkeiten bei der Maßstabsvergrößerung
- Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie, Buckingham-PI Theorem
  - instationäre Wärmeübertragung, Garzeit eines Bratens - Fourier-Zahl
  - Dimensionsanalyse des Gehens - Froude-Zahl, Reynolds-Zahl
  - Anwendung und typische Fehler
- Entwicklung dimensionsloser Kennzahlen
  - Erstellen einer Relevanzliste
  - Entwicklung dimensionsloser Kennzahlen - Lösung linearer Gleichungssysteme; intuitive Methode, Konzept der Kernvariablen
  - Rührerleistung - Newton-Zahl, Reynolds-Zahl
- Stoffübertragung
  - Stoffübergang an der Phasengrenze Gas/Flüssigkeit, Zweifilm-Theorie, -Sherwood-Zahl, Schmidt-Zahl
  - Ermittlung einer Fitfunktion aus experimentellen Daten
- Wärmeübertragung
  - laminare und turbulente Rohrströmung - Nußelt-Zahl, Prandtl-Zahl
  - Wärmeübergang in Rührwerksbehältern
  - freie Konvektion - Grashof-Zahl
  - Erweiterung der Relevanzliste, Lösung des linearen Gleichungssystems mit Matlab
  - Filmkondensation und Blasensieden
  - Sensitivitätsanalyse mit Hilfe einer Monte-Carlo-Methode
  - Strömungssieden
- Fluidverfahrenstechnik
  - Druckverlust in Rohrleitungen - Euler-Zahl
  - effektive bzw. benetzte volumenbezogene Oberfläche von Füllkörpern
  - Gas Hold-up in Blasensäulen
  - Flüssigkeits-Hold-up von Füllkörperpackungen
  - Fluten und Druckverlust von Füllkörperpackungen
  - Leistungsbedarf von Rührern
  - Rührerleistung in begasten Rührwerksbehältern
  - Mischzeit in Rührwerksbehältern
  - Relevanzliste der Rektifikation, Grenzen der Ähnlichkeitstheorie
- Reaktionstechnik
  - idealer und realer Rohreaktor, Dispersionsmodell, partielle Ähnlichkeit
  - Entwicklung dimensionsloser Kennzahlen - Lösung linearer Gleichungssysteme, lineare Algebra
  - Herleitung dimensionsloser Kennzahlen aus Bilanzgleichungen - Damköhler-Zahlen, Lewis-Zahl, Arrhenius-Zahl, adiabate Temperaturerhöhung
  - heterogene Katalyse, Katalysatorwirkungsgrad
  - Stabilitätskriterium für Festbettreaktoren, run-away
  - Absorption von Gasen in Flüssigkeiten - Thiele-Modul und Verstärkungsfaktor E

DOZENT

Thomas Rieckmann, Prof. Dr.-Ing.

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

I

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

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

Anmeldung

SU

für den DECHEMA-Kurs "Scale-Up" vom 20. – 21.02.2019 in Frankfurt am Main

Anmeldeschluss: 30.01.2019 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 _____

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.

Ich bin über die Datenschutzbestimmungen für die Nutzung der Dienstleistungen der DECHEMA informiert worden. Ich bin auch über mein Recht informiert worden, der Verwendung meiner Daten jederzeit ohne Angabe von Gründen zu widersprechen.
(Für weitere Informationen besuchen Sie: https://dechema-dfi.de/datenschutz_de.html).

_____ _____

Ort, Datum Unterschrift und Firmenstempel