

### Wichtige Aspekte der Modellübertragung

- » Modellübertragung bei Nichtverfügbarkeit von Modell-Stoffsystemen
- » Modellübertragung bei partieller Ähnlichkeit
- » Versuchstechnik bei der Modellübertragung

### Behandlung veränderlicher Stoffgrößen

- » Dimensionslose Darstellung einer Stoff-Funktion
- »  $\pi$ -Raum bei veränderlichen Stoffwerten
- » Stoff-Funktion bei nicht-Newtonschen Flüssigkeiten (pseudoplastisch, viskoelastisch)
- »  $\pi$ -Raum bei nicht-Newtonschen Flüssigkeiten

### Dimensionsanalytische Behandlung von Grundoperationen in der chemischen Technik; Kriterien zur gesicherten Maßstabsübertragung

- » Impulstransport in Rührbehältern und in Blasensäulen (verschiedene Rühroperationen)
- » Wärmetransport in Rührbehältern und in Rohrleitungen
- » Stofftransport im System fest/flüssig
- » Stofftransport im System gasförmig/flüssig (Oberflächenbelüftung, Volumenbegasung)
- » Behandlung der Gasblasenkoaleszenz
- » Behandlung der Schaumzerstörung

## HINWEISE FÜR TEILNEHMER

Der Kurs findet in der DECHEMA e.V., Theodor-Heuss-Allee 25 in Frankfurt am Main statt.

### Kursablauf

Beginn: Mo., 27.09.2010 09:00 Uhr  
Ende: Di., 28.09.2010 17:00 Uhr

### Teilnahme

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

DECHEMA e.V.

Weiterbildung

Postfach 15 01 04

D-60061 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 7564-253/202

Fax: +49 69 7564-414

E-Mail: [gruss@dechema.de](mailto:gruss@dechema.de)

E-Mail: [weber-heun@dechema.de](mailto:weber-heun@dechema.de)

Internet: <http://kwi.dechema.de>

### Kursgebühr

605,- €

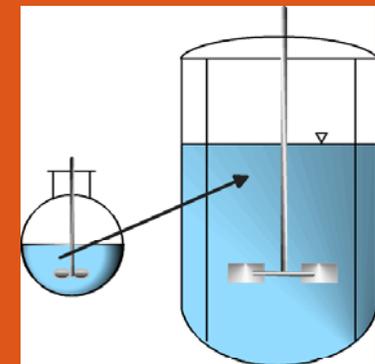
590,- € (Persönliche DECHEMA-Mitglieder)

(inklusive Kursunterlagen, Lehrbuch, Mittagsimbiss und Pausengetränken)

## WEITERBILDUNGSKURS

27. – 28. September 2010  
Frankfurt am Main

## Scale-up für technische Chemiker und Biotechnologen



# SCALE-UP FÜR TECHNISCHE CHEMIKER UND BIOTECHNOLGEN

Der technische Chemiker, der Chemieingenieur und der Verfahreningenieur haben es in der Regel mit der technischen Realisierung von Verfahren zu tun, bei denen chemische (oder mikrobiologische) Stoffumwandlungen mit dem Stoff-, Wärme- und Impulsaustausch gekoppelt sind und die sich daher im Kleinen (Labor- oder Technikumsmaßstab) anders verhalten als im Großen (Betriebsmaßstab). Diese Vorgänge sind *maßstabsabhängig*. Heterogene Reaktionen sowie die meisten Grundoperationen wie Mischen und Rühren, Sieben und Sichten, Filtrieren und Zentrifugieren, Zerkleinern, Trocknungs- und Brennvorgänge in verschiedensten Ofentypen – um nur einige Beispiele zu nennen - gehören dazu. Es ist deshalb seit jeher ein verständliches Anliegen des technischen Chemikers und des Verfahreningenieurs zu wissen, wie man solche Vorgänge *im Modell* nachzuahmen hat, um Aufschluss über die Auslegung und Dimensionierung einer neu zu errichtenden technischen Anlage zu bekommen. Gelegentlich stellt sich die gleiche Frage auch anders: Es existiert eine großtechnische Anlage, aber diese funktioniert nicht oder nicht zufriedenstellend, und man möchte deshalb durch entsprechende Modellversuche herausfinden, was die Ursache dafür ist und wie man sie beheben kann.

## Lernziel

Das Thema des Kurses ist die Übertragung von Verfahren aus dem Labor- bzw. dem Technikumsmaßstab in den technischen Maßstab einer Produktionsanlage. Die einzige zuverlässige Methode dazu basiert auf der Darstellung von Versuchsergebnissen im zutreffenden dimensionslosen Raum, der sich als maßstabsinvariant und somit auch unabhängig vom Längenmaßstab erweist.

## Lerninhalte

Der Inhalt des Kurses gliedert sich in zwei gleiche Teile. Am ersten Tag werden theoretische Grundlagen detailliert so vorgestellt, dass sie der Teilnehmer auch ohne mathematische Kenntnisse versteht. Diskutiert werden die Grundlagen der Dimensionsanalyse und der Maßstabsübertragung, die Modellübertragung bei Nichtverfügbarkeit von Modellstoffsyste-men sowie bei partieller Ähnlichkeit. Dabei werden auch Probleme angesprochen, die mit der Messgenauigkeit bei Versuchen und mit der Größe der Versuchsanlage (Miniplants) zusammenhängen.

Wegen der steigenden Bedeutung der Biotechnologie wird die Behandlung pseudoplastischer und viskoelastischer Flüssigkeiten ausführlich dargestellt.

Am zweiten Tag werden wichtige verfahrenstechnische Operationen (unit operations) aus dem Bereich der Chemischen Technik von der Warte der Dimensionsanalyse und der Modellübertragung beispielhaft behandelt, und es werden für jede Operation gesicherte Maßstabsübertragungsregeln vorgestellt und diskutiert.

## Stoffvermittlung

Die theoretischen Grundlagen werden durch eine Fülle von modernen Beispielen aus der heutigen chemisch-technischen Praxis veranschaulicht. Außerdem werden Übungen durchgeführt, an denen der Teilnehmer sein Verständnis des Stoffes kontrollieren kann.

Die Teilnehmer erhalten das Lehrbuch des Referenten "Scale-up – Modellübertragung in der Verfahrenstechnik" (J. Wiley-VCH, Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage 2005), sowie eine Kurzfassung von 45 Seiten.

## Zielgruppe

Betriebsführer in Chemiebetrieben, Forscher auf dem Gebiet der chemischen Technik, der Verfahrenstechnik und der Biotechnologie, in der Industrie sowie den Universitäten

## Kursprogramm

Die Kursdauer beträgt zwei Tage. Jeder Tag besteht aus 7 Vorlesungsstunden à 45 min.

## Vortragender

Prof. Dr.-Ing. Marko Zlokarnik, ehemals 35 Jahre lang in der Ingenieurforschung der BAYER AG, Leverkusen sowie BAYER-Stiftungsprofessor für technische Chemie an der Universität zu Köln.

Grillparzer Straße 58

A - 8010 Graz

E-Mail: zloka@tele2.at

Tel.: 0043-316/327651

## Themen

### Grundlagen der Dimensionsanalyse

- » Dimensionen - Maßeinheiten
- » Grundgrößen - abgeleitete/sekundäre Größen
- » Dimensionskonstanten
- » Prüfung der Dimensionshomogenität einer phys. Beziehung
- » pi-Theorem

### Grundlage des Scale-up: Maßstabsinvarianz des pi-Raumes

- » Erarbeitung von pi-Sätzen mittels Matrizenreformulierung

### Aufstellung der Relevanzliste des Problems

- » Behandlung von universellen physikalischen Konstanten
- » Einführung von Zwischengrößen

|

**Brief-/Fax-Antwort**

**(Fax-Nr.: +49 69 7564-414)**

**DECHEMA e.V.**  
Weiterbildung  
Postfach 15 01 04  
**D-60061 Frankfurt am Main**

**Anmeldung** für den DECHEMA-Kurs 7140 vom 27.09. – 28.09.2010

**SU**

**“Scale-up für technische Chemiker und Biotechnologen”** in Frankfurt am Main

Anmeldeschluss: 06.09.2010

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 \_\_\_\_\_

**Abweichende Rechnungsanschrift**

Firma \_\_\_\_\_

Abteilung \_\_\_\_\_

Straße/Postfach \_\_\_\_\_

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

Ich bin persönliches DECHEMA-Mitglied:  ja  nein

Hotelfinfos erwünscht:  ja  nein

Die Kursgebühr beträgt € 605,- / € 590,- (persönliche DECHEMA-Mitglieder). Erst nach Zusendung der Rechnung durch die DECHEMA (ca. 4 Wochen vor Kursbeginn) bitten wir um Überweisung. 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 auf Kostendeckung kalkulierten Teilnehmergebühren unterliegen nicht der Mehrwertsteuerpflicht (Steuerbefreiung nach § 4.22 UStG).

Mit der Anmeldung akzeptieren Sie unsere allgemeinen Geschäftsbedingungen. Diese finden Sie im Internet unter [http://kwi.dechema.de/agb\\_kurse](http://kwi.dechema.de/agb_kurse) oder Sie können sie beim Weiterbildungssekretariat der DECHEMA anfordern.

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

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