

## 1 Vorbemerkung

Ich freue mich, Ihnen heute den zweiten Institutsbericht für das Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig präsentieren zu können. Es waren wieder zwei ereignisreiche Jahre mit bedeutenden Veränderungen, insbesondere in unserer Universität und dem Fachbereich, seit 01.08.2005 Fakultät für Maschinenbau.

Zunächst möchte ich wieder über die personellen Veränderungen am ICTV seit unserem letzten Institutsbericht informieren. Hier kann ich mit einer sehr erfreulichen Mitteilung beginnen: Herr Dr.-Ing. Wolfgang Augustin wurde mit Wirkung vom 01.04.2005 zum Akademischen Direktor ernannt. Die Reihe der wissenschaftlichen Mitarbeiter verstärkt seit diesem Datum Herr Dipl.-Ing. Florian Albert. Er untersucht am ICTV sowohl den einphasigen Wärmeübergang bei hohen Prandtl-Zahlen und/oder starken Viskositätsgradienten wie auch die Intensivierung des Wärme- und Stoffübergangs in Naturumlaufverdampfern. Zum 15.04.2005 verließ uns Herr Dr.-Ing. Fahmi Brahim, um seither mit der Braunschweigischen Maschinenbauanstalt BMA AG Anlagen in aller Welt zu planen und zu bauen. Herr Klaus Baldermann, MSc, seit dem 01.12.2003 mit der Rektifikation viskoser Systeme befasst, verließ uns am 30.06.2005. Er ist seither bei der Fa. SGL CARBON GmbH in Meitingen tätig. Zum 01.09.2005 startete Herr Dipl.-Biotechnol. Manuel Herrmann. Er führt im Biozentrum das Projekt zur reaktionsintegrierten Adsorption fort und befasst sich dabei verstärkt mit der Desorption und Produktgewinnung. Herr Dr.-Ing. Marc Ergezinger, der dieses Projekt so erfolgreich im Rahmen des SFB 578 „Vom Gen zum Produkt“ bearbeitet hat, absolvierte seine mündliche Promotionsprüfung am 28.10.2005. Seit 01.10.2005 bereits ist er bei der Fa. Wacker Chemie in Burghausen tätig. Zum 31.12.2005 hat uns Frau Dipl.-Ing. Veronika Vaszary verlassen. Sie hatte seit dem 01.01.2003 die Extraktion von Proteinen untersucht und daneben verschiedene Vorlesungen, Labore, Exkursionen und weitere Veranstaltungen betreut. Frau Dipl.-Ing. Katharina Bode nahm am 01.04.2006 ihre Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin auf. Sie untersucht den Einfluss von Mikrostrukturen auf den einphasigen konvektiven Wärmeübergang. Und zum 01.10.2006 trat Frau Cristiane Boxler, MSc, ihre Anstellung als wissenschaftliche Mitarbeiterin an. Nach berufsbedingtem Umzug ihres Mannes und Erziehungspause wird sie ihre Vorkenntnisse als Diplom-Lebensmittelingenieurin nutzbringend bei der Untersuchung von Fouling und Reinigung in Anlagen zur Lebensmittelproduktion einsetzen.

Auch im technischen Bereich gab es einige Veränderungen. Nach erfolgreich bestandener Prüfung verließ uns Herr Tim Schmidt als ausgebildeter Maschinenbaumechaniker zum 28.01.2005. Seinen Platz als Auszubildender in unserer mechanischen Werkstatt übernahm zum 01.08.2005 Herr Artur Ermisch mit seiner Lehre zum Feinwerkmechaniker. Ebenfalls aus der mechanischen Werkstatt verließ uns Herr Alexander Filipp zum 30.09.2005. Zum 01.02.2006 wechselte Frau Simone Schulze vom Institut für Thermodynamik ans ICTV und verstärkt seither als Chemisch-Technische Assistentin unser Team. Frau Stefanie Arndt ist seit 01.05.2006 als CTA im Rahmen eines DFG-Projektes zur Untersuchung der Induktionsphase beim Kristallisationsfouling tätig. Einen neuen Auszubildenden für unsere me-

chanische Werkstatt, Herrn Kevin Laboch, konnte Herr Karrenführer zum 01.09.2006 begrüßen.

Die Studierendenzahlen in den Studiengängen der Fakultät für Maschinenbau entwickeln sich nach wie vor erfreulich. Bereits zum vierten Mal in Folge konnte die Anfängerzahl auf hohem Niveau nochmals gesteigert werden und liegt in diesem Wintersemester bei über 530. Dies ist umso bemerkenswerter, als ab diesem Wintersemester alle Erstsemester 500 € Studiengebühr zu entrichten haben. Ab dem Sommersemester 2007 werden dann alle Studierende diese zahlen müssen. Für Bioingenieurwesen wurde zum ersten Mal die Studienplatzbeschränkung aufgehoben, so dass zum Wintersemester 2006/2007 41 Erstsemester in diesem Studiengang eingeschrieben sind.

Dies ist aller Voraussicht nach das vorletzte Mal, dass sich Studierende an der TU Braunschweig für die Diplomstudiengänge Maschinenbau oder Bioingenieurwesen einschreiben konnten. Zum Wintersemester 2008/2009 soll auf das gestufte Bachelor-Master-System umgestellt werden. Der Bachelor wird nach sechs Semestern, der Master nach weiteren vier Semestern erworben. Derzeit werden die neuen Studiengänge inhaltlich ausgestaltet, um anschließend deren Akkreditierung beantragen zu können.

Eine Premiere konnten wir im Rahmen einer am ICTV co-betreuten Diplomarbeit verzeichnen. Auf Basis einer Kooperationsvereinbarung zwischen der University of Rhode Island in USA und der TU Braunschweig ist es Studierenden möglich, durch wechselseitige Anerkennung von Studienleistungen ohne Zeitverlust zwei Abschlüsse zu erwerben: Den Master of Science der University of Rhode Island sowie den Dipl.-Ing. der TU Braunschweig. Herr Dipl.-Ing. Eike Busch, MSc, hat dies als erster Braunschweiger Absolvent im Chemical Engineering bzw. Maschinenbau/ Verfahrenstechnik im September 2005 erlangt. Seit 01.12.2005 ist Herr Busch ebenfalls bei der Fa. Wacker Chemie, Burghausen, tätig.

Auf Universitätsebene ist seit dem 01.01.2005 Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Jürgen Hesselbach Präsident unserer Carolo-Wilhelmina. Seither sind eine Reihe von Veränderungen in Gang gesetzt worden. So werden wir bis zum Sommersemester 2007 nur noch sechs Fakultäten haben, mit der Fakultät 4 für Maschinenbau.

Neben diesen organisatorischen Konsolidierungen wird es auch physische Veränderungen geben. Für die verfahrenstechnischen Institute stehen Umzugspläne an. Sie werden im Bereich Langer Kamp örtlich zusammen geführt. Das Institut für Partikeltechnik soll von seinem jetzigen Standort in der Volkmaroder Straße in das Gebäude Franz-Liszt-Straße 35 umziehen. Das dort derzeit befindliche Institut für Wärme- und Brennstofftechnik (IWBT) wird mit in unser Gebäude integriert. Dies ist möglich, weil zeitlich abgestimmt eine Zusammenführung der mechanischen Werkstätten aller Institute im Maschinenbau in fünf Gruppenwerkstätten umgesetzt werden soll. Unsere Werkstatt wird - bis auf eine kleine, montagebegleitende Werkstatt - in die Franz-Liszt-Straße 35 verlegt. Die dadurch frei werdende Fläche soll dann als Büros für das IWBT genutzt werden. Zusätzlich wird in der Halle Laborfläche geschaffen. Die Grobplanung ist abgeschlossen, die Feinplanung ist im Gang. Mit dem Beginn der Umsetzung rechnen wir im Jahr 2007.

In der Forschung konnten wir im Arbeitsgebiet Fouling unsere Aktivitäten in die Untersuchung organischer Ablagerungen, am Beispiel Molkeprotein, ausdehnen. Gerade mit Blick auf Problemstellungen in der Lebensmittelindustrie ist neben der Minderung der Belagbildung die kontrollierte und vollständige Reinigung von besonderer Bedeutung. Wir werden uns daher in Zukunft verstärkt auch der Erforschung von Reinigungsvorgängen, deren messtechnische Erfassung und Modellierung widmen.

Die Arbeiten von Herrn Dipl.-Ing. Felix Weise zur Fallfilmverdampfung von Reinstoffen mit hohen Prandtl-Zahlen haben inzwischen eine Reihe von neuen und interessanten Ergebnissen erbracht. Diese wurden auf verschiedenen nationalen und internationalen Tagungen berichtet und fanden ein großes interessiertes Echo.

Apropos Anerkennung: Frau Dipl.-Ing. Katharina Bode wurde für ihre Diplomarbeit zum Thema „Untersuchungen zum Einfluss von Mikrorauheiten auf den einphasigen konvektiven Wärmeübergang“ der 3. Preis im Rahmen des REHAU-Preis Technik 2006 zuerkannt. Der Preis ist mit 1.000 € dotiert und wurde im Rahmen eines REHAU-Werkleitertreffens der weltweiten Standorte am 07.10.2006 in Hof/Bayern verliehen.

Die interessante Stoffklasse der ionischen Fluide wird in zwei Projekten am ICTV untersucht. Im ersten Projekt soll ein effektives und kostengünstiges Verfahren zur destillativen Entwässerung in einem Fallfilmverdampfer dazu beitragen, durch Reduzierung der Herstellkosten eine verstärkte industrielle Nutzung der Vorteile dieser Stoffklasse zu ermöglichen. Eine solche Anwendung könnte der Einsatz als homogener Katalysator in einer Reaktivdestillation sein. Dies wird am Beispiel einer Umesterung näher betrachtet. Beide Projekte werden in Kooperation mit Herrn Prof. Dr. Peter Wasserscheid von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen durchgeführt.

Am 04./05.11.2005 konnten wir wieder unser Ehemaligentreffen durchführen. Die Referenten des wissenschaftlichen Kolloquiums waren Herr Dr.-Ing. Markus Förster, Herr Dr.-Ing. Matthias Meyer, Herr Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teifke, Frau Dipl.-Ing. Veronika Vaszary und Herr Dipl.-Ing. Felix Weise. Für die Organisation zeichneten die Herren Dipl.-Ing. Albert, Geddert und Weise verantwortlich. Ich danke Allen, die durch ihren Beitrag und ihre Teilnahme zum Gelingen dieses Ehemaligentreffens 2005 beigetragen haben.

Der diesjährige Institutsausflug führte uns am 03.11.2006 in die Klosterbrennerei Wöltingerode. Von Herrn Dipl.-Biotechnol. Manuel Herrmann hervorragend organisiert konnten wir dort thermische Verfahrenstechnik live erleben. Das Foto auf der zweiten Seite dieses Institutsberichts zeugt von der guten Stimmung, auch schon vor der abschließenden Probe!

Und last but not least möchte ich auch an dieser Stelle wieder auf den „Freundes- und Förderkreis des Instituts für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik der TU Braunschweig e. V.“ hinweisen. Aus Mitteln des Förderkreises konnte eine Exkursion der Studentischen Initiative „Biogene Treibstoffe“ am 08.11.2005 nach Salzgitter und Wittenberge ge-

fördert werden. Der Verein hat derzeit 22 Mitglieder. Allen, die einen Beitrag zur Förderung von Forschung, Studium und Lehre auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik und hier speziell am ICTV leisten möchten, sei eine Mitgliedschaft im Freundes- und Förderkreis ans Herz gelegt.

Ich darf Sie jetzt zu einer ausführlichen Lektüre der am Institut für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik bearbeiteten Forschungs- und Lehraktivitäten einladen. Über Ihre Rückmeldungen und Anregungen zu Form und Themen dieses Institutsberichts würde ich mich sehr freuen.

Ich danke allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts, allen Studierenden als Studien- bzw. Diplomarbeiter oder studentischen Hilfskräften sowie allen Partnern für ihr großes Engagement und konstruktive Mitwirkung bei der Erreichung unserer gemeinsamen Ziele in den vergangenen Jahren.

Braunschweig, im Dezember 2006

*Stephan Scholl*

## 2 Mitarbeiter

Geschäftsführender Leiter:	Prof. Dr.-Ing. Stephan Scholl	
Emeritus:	Prof. Dr.-Ing. Matthias Bohnet	
Sekretariat:	Marion Linke	
Akademischer Direktor:	Dr.-Ing. Wolfgang Augustin	
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Dipl.-Ing. Florian Albert	(seit 01.04.2005)
	Dipl.-Ing. Klaus Baldermann, MSc	(bis 30.06.2005)
	Dipl.-Ing. Katharina Bode	(seit 01.04.2006)
	Cristiane Boxler, MSc	(seit 01.10.2006)
	Dr.-Ing. Fahmi Brahim	(bis 15.04.2005)
	Dr.-Ing. Marc Ergezinger	(bis 30.09.2005)
	Dipl.-Ing. Timo Geddert	
	Dipl.-Biotechnol. Manuel Herrmann	(seit 01.09.2005)
	Dipl.-Ing. Veronika Vaszary	(bis 31.12.2005)
	Dipl.-Ing. Felix Weise	
Labor:	Stefanie Arndt	(seit 01.05.2006)
	Cord Hullmann	
	Sabine Knoblauch	
	Simone Schulze	(seit 01.02.2006)
Elektronikwerkstatt:	Karl-Heinz Pfeil	
Werkstatt:	Karl Karrenführer	
	Frank Zucker	
Auszubildende:	Artur Ermisch	(seit 01.08.2005)
	Alexander Philipp	(bis 30.09.2005)
	Kevin Laboch	(seit 01.09.2006)
	Tim Schmidt	(bis 28.01.2005)
Wissenschaftliche Hilfskräfte:	24	

## 2.1 Neue wissenschaftliche Mitarbeiter

**Persönliche Daten:** **Florian Sebastian Albert**

Geburtsdatum: 07.10.1977  
Geburtsort: Braunschweig  
Nationalität: Deutsch  
Familienstand: ledig



**Schule/Ausbildung**

08/1990 – 06/1997 Theodor-Heuss-Gymnasium, Wolfsburg

**Studium/Beruf**

10/1998 – 03/2005 Technische Universität Braunschweig, Maschinenbau  
**Dipl.-Ing. Maschinenbau Verfahrenstechnik**  
05/2004 – 10/2004 Cal Gavin Ltd. Alcester, England, Betriebspraktikum  
seit 04/2005 **Wissenschaftlicher Mitarbeiter** am ICTV

**Bisherige Forschungsarbeiten**

05/2004 – 10/2004 Cal Gavin Ltd., Projektarbeit: „Planning, designing and setting up a test facility to investigate the hydrodynamic behaviour of falling films inside plain and enhanced tubes“  
10/2004 – 03/2005 TU Braunschweig, ICTV Diplomarbeit: „Einphasige Wärmeübertragung an Medien hoher Prandtl-Zahlen und Viskositätsgradienten“

**Persönliche Daten:** **Katharina Bode**

Geburtsdatum: 15.11.1980  
Geburtsort: Mühlhausen  
Nationalität: Deutsch  
Familienstand: ledig



**Schule/Ausbildung**

1989 – 1990 Herder Gymnasium, Nordhausen  
1990 – 2000 Internatsgymnasium Pädagogium Bad Sachsa

**Studium/Beruf**

10/2000 – 03/2006 Technische Universität Braunschweig, Maschinenbau  
Abschluss als **Dipl.-Ingenieur**,  
Studiengang: **Bioingenieurwesen**  
seit 04/2006 **Wissenschaftliche Mitarbeiterin** am ICTV

**Bisherige Forschungsarbeiten**

04/2004 – 08/2004 TU Braunschweig, ICTV Studienarbeit: „Untersuchungen zur Belagbildung durch Molkeprotein auf wärmeübertragenden Flächen“  
10/2005 – 03/2006 TU Braunschweig, ICTV Diplomarbeit: „Untersuchungen zum Einfluss von Mikrorauheiten auf den einphasigen konvektiven Wärmeübergang“

**Persönliche Daten:** **Cristiane Boxler**  
Geburtsdatum: 26.02.1975  
Geburtsort: Belo Horizonte, Brasilien  
Nationalität: Brasilianisch  
Familienstand: verheiratet, 1 Kind



### **Studium/Beruf**

02/1993 – 12/1997 Bundes-Universität von Minas Gerais (UFMG)  
Studium Chemie-Ingenieurwesen, Belo Horizonte  
Abschluss **Diplom-Chemie-Ingenieur**  
03/1998 – 12/1998 Staatl. Universität von Campinas (UNICAMP)  
Fachdisziplinen Lebensmittel-Ingenieurwesen  
03/1999 – 07/2001 Staatl. Universität von Campinas (UNICAMP)  
Abschluss **Master in Lebensmittel-Biotechnologie**  
seit 10/2006 **Wissenschaftliche Mitarbeiterin** am ICTV

### **Bisherige Forschungsarbeiten**

1998 – 2002 Fraktionieren von Milchproteinen durch Mikrofiltration  
- Deodorisierung von „Soja-Milch“ zur Reduzierung von unangenehmem Beigeschmack  
- Synthese, Charakterisierung und Strukturformel von Polymersystemen mit Polyacrylamid und Polyethylenoglycol  
2002 TU München: Neue Verfahren zur Stabilisierung der Aktivität von Starterkulturen mittels Vakuumtrocknung

### **Persönliche Daten:** **Manuel Herrmann**

Geburtsdatum: 23.02.1977  
Geburtsort: Hildesheim  
Nationalität: Deutsch  
Familienstand: ledig



### **Schule/Ausbildung**

1983 – 1987 Grundschule Hasede  
1987 – 1997 Robert-Bosch-Gesamtschule

### **Studium/Beruf**

09/1997 – 08/1999 Soldat auf Zeit, Ausbildung zum Offizier der Reserve  
10/1999 – 12/2004 Technische Universität Braunschweig  
Abschluss: **Dipl.-Biotechnologe**  
02/2005 – 08/2005 GBF, Braunschweig, **Wissenschaftlicher Mitarbeiter**  
seit 09/2005 **Wissenschaftlicher Mitarbeiter** am ICTV

### **Bisherige Forschungsarbeiten**

07/2004 – 12/2004 Technische Universität Hamburg-Harburg,  
Diplomarbeit „Optimierung einer gelöstsauerstoffgestützten Fütterungsstrategie für rekombinante *E.coli*“  
02/2005 – 08/2005 GBF, Braunschweig „Strukturaufklärung von Glycosyl- und Fructosyltransferasen“

### 3 Lehre

#### 3.1 Vorlesungen

Prof. Dr.-Ing. Stephan Scholl

Einführung in Stoffwandlungsprozesse	(SS, VL 02, UE 01)
Thermische Verfahrenstechnik I	(WS, VL 02, UE 01)
Thermische Verfahrenstechnik II	(SS, VL 02, UE 01)
Chemische Verfahrenstechnik	(SS, VL 02, UE 01)
Introduction to Computer Aided Process Engineering	(SS, VL 02, UE 01)
Thermische Verfahrenstechnik für Biotechnologen	(WS, VL 03)

Prof. Dr.-Ing. Stephan Scholl, Dr.-Ing. Wolfgang Augustin

Design verfahrenstechnischer Anlagen	(WS, VL 02, UE 01)
--------------------------------------	--------------------

Prof. Dr.-Ing. Matthias Bobnet

Mehrphasenströmungen I	(SS, VL 02, UE 01)
Mehrphasenströmungen II	(WS, VL 02, UE 01)

Prof. Dr.-Ing. Uwe Klausmeyer, PTB

Prozess- und Anlagensicherheit	(SS, VL 01)
--------------------------------	-------------

Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Ulbig, PTB

Messtechnik in der Energie- und Verfahrenstechnik	(WS, VL 01)
---	-------------

#### Inhalte der Vorlesungen

##### **Einführung in Stoffwandlungsprozesse**

Die Vorlesung wird als Wahlpflichtfach im Vordiplom der Studiengänge für Maschinenbau und Bioingenieurwesen angeboten. Wesentliche Vorlesungsinhalte sind:

- Der stoffwandelnde Produktionsprozess im Zusammenhang: Rohstoffe, Hilfsstoffe, Edukte und Produkte, Wertschöpfungsketten, Verbund.
- Die Grundelemente eines Produktionsprozesses: Hauptprozessfunktionen, die Verfahrensfunktion und ihre apparative Umsetzung.
- Reaktionen und Reaktoren: Stöchiometrie, Umsatz, Selektivität, Ausbeute, Gleichgewicht und Kinetik
- Produktaufarbeitung und -darstellung: Das Konzept der Grundoperationen, Überlagerung Reaktion und Stofftrennung, Produktdarstellung, Product Design, Prozessintegration.

##### **Thermische Verfahrenstechnik I, II**

In den Vorlesungen Thermische Verfahrenstechnik I & II werden die verschiedenen Grundoperationen der thermischen Stofftrennung mit ihren theoretischen Grundlagen,



apparativen Umsetzungen und verfahrenstechnischen Anwendungen vorgestellt. Charakteristisch für diese Trennverfahren ist die Anwesenheit von mindestens zwei Phasen, die nicht im Gleichgewicht stehen bzw. bei denen die Einstellung des Gleichgewichtes permanent gestört wird. Es werden dadurch Austauschvorgänge für Impuls, Wärme und Stoffe ausgelöst, die zu einer Stofftrennung führen.

Die Vorlesung **Thermische Verfahrenstechnik I** umfasst die Kapitel:

- Stoffdaten von Reinstoffen und Gemischen
- Phasengleichgewichte: Dampf-flüssig, flüssig-flüssig, flüssig-fest
- Verdampfung und Kondensation: Wärmeübergang, Betriebsverhalten, Fouling
- Kristallisation: Eindampfung von Lösungen, Mehrstufenverdampfung, Wärmeintegration
- Rektifikation: Verstärkungs- und Abtriebssäule, minimales Rücklaufverhältnis, McCabe-Thiele-Diagramm, h-x-Diagramm
- Absorption: Ab- und Desorption, minimale Waschmittelmenge, Kreislauffahrweise, Stoffübergang, HTU-NTU-Konzept

In der **Thermischen Verfahrenstechnik II** werden behandelt:

- Extraktion: Flüssig-flüssig- und Fest-flüssig-Extraktion, Polstrahlverfahren, Mixer-Settler, Extraktionskolonne
- Adsorption und Chromatographie: Gleichgewicht und Kinetik, Durchbruchverhalten, Einzelkorn, Festbett, Adsorbentien, Simulated Moving Bed, Transport in porösen Feststoffen
- Trocknung: 1. und 2. Trocknungsabschnitt, Wärme- und Stoffübergang bei der Trocknung, Trocknungsverfahren
- Membranverfahren: Umkehrosmose, Mikrofiltration, Nanofiltration, Pervaporation

### **Chemische Verfahrenstechnik**

In der Vorlesung werden die wesentlichen Aspekte zur Realisierung von Reaktionsschritten in chemischen Produktionsverfahren sowie zur Integration von Reaktion und Stofftrennung vermittelt:

- Grundlagen
  - Gleichgewicht: Physikalisch, chemisch
  - Kinetik: Wärme- und Stoffübergang, Reaktionskinetik
  - Reaktionstypen, homogene und heterogene Katalyse
  - Stoff- und Energiebilanzierung
- Reaktionsprozesse und Reaktoren
  - Laborreaktoren: Rührzelle, Laminarstrahlkammer, Differenzialkreislaufreaktor
  - Technische Reaktortypen: Einsatzgebiete, Grundlagen der Berechnung
  - Isotherme vs. nicht-isotherme Reaktoren
- Kombination von Reaktion und Stofftrennung
  - Chemisorption, Reaktivrektifikation, Reaktivextraktion