

# Lehrstuhl für Thermodynamik und Wärmeübertragung Universität - Gesamthochschule - Paderborn

Dieter Gorenflo  
 Prof. Dr.-Ing.

Pohlweg 55  
 Postfach 16 21  
 D-47 90 Paderborn  
 T (0 52 51) 60-23 93, -92  
 Tx 936776

## Summary

The institute was founded in 1979 and is part of the Department of Mechanical and Chemical Engineering at the University of Paderborn. It provides the basic lecture courses in thermodynamics and heat transfer for Mechanical and Chemical Engineering students and advanced courses in heat transfer with phase change, refrigeration engineering and heat pumps. Research is mainly concerned with heat transfer at pool boiling of pure liquids and mixtures, including bubble formation at heated surfaces, and with experimental determination of phase equilibria of binary mixtures. In addition, research is carried out with energy saving in refrigerators and deep freezers.

## Allgemeines

Der Lehrstuhl für Thermodynamik und Wärmeübertragung, dem das Laboratorium für Wärme- und Kältetechnik angeschlossen ist, wurde 1979 im Rahmen des Ausbaus von Forschung und Lehre in Maschinenbau und Verfahrenstechnik an der Universität —GH— Paderborn gegründet. In der Lehre wird die Grundausbildung der Studenten in Thermodynamik und Wärmeübertragung betreut, außerdem werden aufbauende Vorlesungen zu Kältetechnik und Wärmepumpentechnik sowie zu Sonderfragen der Wärmeübertragung angeboten. In der Forschung konzentrieren sich die Arbeiten auf Untersuchungen zum Wärmeübergang beim Blasensieden an reinen Stoffen und Gemischen, auf Phasengleichgewichtsmessungen und auf Untersuchungen zum Wärmeübertragungsverhalten und zum Energieverbrauch von Kühl- und Gefriergeräten. Am Lehrstuhl sind z.Zt. 12 Mitarbeiter tätig, davon 6 mit abgeschlossener wissenschaftlicher Ausbildung. An Personal- und Laborfläche stehen ca. 700 m<sup>2</sup> zur Verfügung.

## Lehre

Die Lehre umfaßt die Ausbildung der Studenten des Maschinenbaus und der Verfahrenstechnik in den Grundlagen der Thermodynamik und der Wärmeübertragung. Darauf aufbauend werden Spezialvorlesungen zu ausgewählten Kapiteln der Wärmeübertragung mit Schwerpunkt auf Phasenumwandlungen und zum Gebiet der Kältetechnik und Wärmepumpentechnik angeboten. Eine praxisorientierte Veranstaltung über Kältemaschinen/Wärmepumpen rundet das Angebot ab. Durch Praktikumsversuche aus dem Bereich der Wärme- und Kältetechnik soll den Studenten der Zugang zu den theoretischen Zusammenhängen erleichtert werden.

## Forschung

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten, die überwiegend exper-

imentelle Fragestellungen behandeln, liegt auf folgenden Gebieten:

### 1. Wärmeübertragung beim Sieden

An frühere Untersuchungen anknüpfend, die in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. K. Bier im Institut für Technische Thermodynamik und Kältetechnik der Universität Karlsruhe (TH) durchgeführt wurden, wird der Einfluß der Heizflächeneigenschaften, der Rohrgeometrie und der Gemischeigenschaften beim Blasensieden von reinen Stoffen und Gemischen in freier Konvektion erforscht. Die Oberflächenuntersuchungen wurden vor allem in den Bereich höherer Blasendichte auf der Heizfläche ausgedehnt, und es ergab sich eine Erklärungsmöglichkeit für die relative Druckabhängigkeit der maximalen Wärmestromdichte des Blasensiedens aus dem Zusammenwachsen von Dampfblasen. Das Sieden an Glatt- und Rippenrohren wurde in einem großen Druckbereich, vor allem auch bei höheren Siededrücken, in einer weiterentwickelten Version der in Karlsruhe entstandenen Standard-Apparatur für Wärmeübergangsmessungen beim Sieden untersucht und dabei gefunden, daß die Rippenstruktur der heute verfügbaren Rippenrohre für die winzigen Bläschen, die bei hohem Druck gebildet werden, offenbar zu groß ist, um eine wesentliche Verbesserung des Wärmeübergangs zu erreichen. Entsprechend den früheren Gemischsiedemessungen bei hohem Druck wurden in derselben Apparatur Versuche mit dem Kältemittel-Stoffsystem R22/R115, das ein Azeotrop bildet (= Kältemittel R502), in einem großen Druckbereich durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß bei Stoffsystemem mit Azeotrop qualitativ dieselben Zusammenhänge zwischen der Verschlechterung des Wärmeübergangskoeffizienten beim Gemischsieden und den verschiedenen Einflußparametern bestehen wie bei Stoffsystemen ohne Azeotrop, wenn man das System mit Azeotrop durch zwei Teilsysteme ohne Azeotrop interpretiert. Anhand einer umfassenden Literaturrecher-

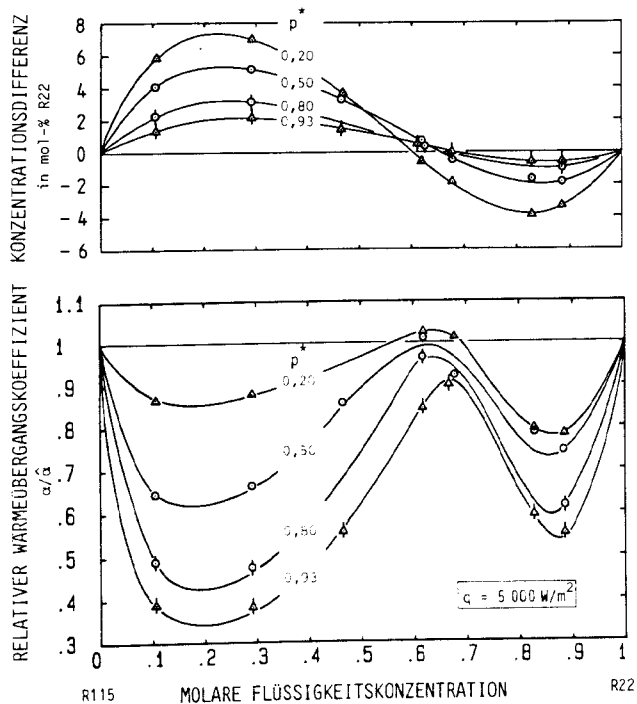


Abb. 1 Abhängigkeit der Konzentrationsdifferenz in Flüssigkeit und Dampf von der Zusammensetzung von R22/R115-Gemischen und Vergleich mit dem Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$ , bezogen auf den molanteiligen Mittelwert  $\bar{\alpha}$  für die reinen Komponenten, bei einer Wärmestromdichte von 5000 W/m<sup>2</sup> und vier mit dem kritischen Druck normierten Siededrücken.

che wurde ein Berechnungsverfahren für den Wärmeübergang beim Sieden in freier Konvektion weiterentwickelt.

2. Phasengleichgewichtsmessungen an binären Stoffgemischen  
Die Interpretation von Wärmeübergangsmessungen verlangt u.a. die genaue Kenntnis des Phasengleichgewichts im zugehörigen Druck- und Temperaturbereich. Es besteht eine deutliche Verbindung zwischen der Abhängigkeit der Konzentrationsdifferenz in Dampf- und Flüssigkeit von der Zusammensetzung und der relativen Verschlechterung des Wärmeübergangskoeffizienten  $\alpha$  im Vergleich zum molanteiligen Mittelwert  $\hat{\alpha}$ . Die zugehörigen Phasengleichgewichtsmessungen wurden in einer neu aufgebauten Phasengleichgewichtsapparatur mit Kreislauf von Dampf und Flüssigkeit durchgeführt, an die eine Dichtemeßeinrichtung mit Biegeschwinger angekoppelt ist. Die Anlage, die z.Zt. durch eine statische Meßzelle ergänzt wird, dient dazu, das Phasengleichgewicht von Kältemittelgemischen, die für Prozesse zur Wärmerückgewinnung bei höheren Temperaturen in Betracht kommen, in einem größeren Temperatur- und Druckbereich zu bestimmen.

3. Untersuchungen zum Wärmeübertragungsverhalten und zur Energieaufnahme von Kühl- und Gefriergeräten

Für Leistungsmessungen nach DIN an Kühl- und Gefriergeräten wurden ein Klimaraum (7,50 x 4,50 x 2,62 m) und mehrere Kältekammern eingerichtet. Der Klimaraum weist sehr geringe zeitliche und räumliche Schwankungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit auf und ist mit 14 Meßplätzen und insgesamt 260 Meßstellen für Temperatur und Spannung ausgerüstet, die digital weiterverarbeitet werden. Er dient u.a. für grundlegende Untersuchungen zur Weiterentwicklung von Normvorschriften und zur Entwicklung einer neuartigen Testmasse auf Kunststoffbasis, die gegenüber der zur Zeit gebräuchlichen meß- und versuchstechnische Vorteile verspricht.

Zu 1:

- 1) D. Gorenflo, V. Knabe, V. Bieling: Bubble density on surfaces with nucleate boiling — its influence on heat transfer and burnout heat flux at elevated saturation pressures, Heat Transfer 1986. Proc. 8th Int. Heat Transfer Conf., San Francisco 4 (1986) 1995—2000
- 2) W. Fath: Wärmeübergangsmessungen an Glatt- und Rippenrohren in einer Standardapparatur für Siederversuche, Diss., Univ. (GH) Paderborn (1987)
- 3) W. Fath, D. Gorenflo: Zum Einsatz von Rippenrohren in überfluteten Verdampfern bei hohen Siededrücker, DKV-Tagungsbericht 13 (1986) 315—332
- 4) D. Gorenflo, W. Fath: Heat transfer on the outside of finned tubes at high saturation pressures, XVII. Int. Congr. Refrig., Wien 1987, Proc. Vol. B, 955—960
- 5) V. Bieling: Zum Wärmeübergang beim Blasensieden des Kältemittelstoffsystems R22/R115 in einem großen Druckbereich, Diss., Univ. (GH) Paderborn (1987)
- 6) D. Gorenflo, V. Bieling: Heat transfer at pool boiling of mixtures with R22 and R115, in: Heat and Mass Transfer in Cryoengineering and Refrigeration, 1986 ICHMT-Symp., Hemisph. Publ. Corp. Washington (1987)