

Jahresforschungsbericht 2002

Fachgebiet Technische Thermodynamik

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Forschungsgebiet

Thermodynamische Stoffdaten für Arbeitsfluide der Energietechnik

Mitarbeiter

Dr.-Ing. I. Stöcker
Dipl.-Inf. (FH) I. Jähne
Dipl.-Ing. (FH) K. Knobloch
Dipl.-Inf. St. Buchholz
Dipl.-Ing. (FH) T. Hellriegel
Dipl.-Ing. (FH) D. Seibt
Dipl.-Ing. (FH) L. Kleemann
B.Eng. A. Bläser
B.Eng. J. Schuster
B. Eng. D. Buttig
B. Eng. C. Heinrich
St. Hasch
M. Hauke
R. Klöppel
R. Krause
M. Weidner

Zittau, 30.04.2003

Kurzdarstellung der Forschungsarbeiten

Die Forschungsarbeiten am Fachgebiet Technische Thermodynamik sind Bestandteil des Forschungsschwerpunkts "Kraftwerkschemie und Stoffdaten" innerhalb der Hauptforschungsrichtung "Energie" der Hochschule Zittau/Görlitz (FH).

Sie beinhalteten im Jahr 2002 folgende Schwerpunkte:

- Entwicklungen von Zustandsgleichungen für Wasser und Wasserdampf im Rahmen zweier Projekte der "International Association for the Properties of Water and Steam" (IAPWS)
- Erstellung von Stoffwert-Programmbibliotheken für Arbeitsfluide der Energietechnik im Auftrag von Unternehmen
- Entwicklung des "Interaktiven Übungsprogramms Thermodynamik - Thermopr@ctice" im Rahmen des Internet-Verbundprojekts "Bildungsportal Sachsen" des SMWK und der Hochschulen Sachsens .

Als wesentliches Ergebnis der Forschungsarbeiten wurde im Jahr 2002 der am Fachgebiet Technische Thermodynamik der Hochschule Zittau entwickelte Gleichungssatz für die Berechnung der Funktionen $T, v(p, h)$ und $T, v(p, s)$ von Wasser im kritischen und überkritischen Zustand der IAPWS zur Annahme als Industrie-Standard eingereicht. Es wurde hierfür das Dokument:

"Supplementary Release on Backward Equations for the Functions $T(p, h)$, $v(p, h)$ and $T(p, s)$, $v(p, s)$ for Region 3 of the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam"

erarbeitet.

Des Weiteren wurde der an das Fachgebiet Technische Thermodynamik vergebene Auftrag, Gleichungen für weitere thermodynamische Umkehrfunktionen im kritischen und überkritischen Zustandsgebiet von Wasser zu entwickeln, bestätigt. Prof. Kretzschmar ist Chairman der zugehörigen IAPWS-Task Group. Ziel der für eine Dauer von drei Jahren determinierten Arbeiten ist es, die entwickelten Gleichungen als einen weiteren internationalen Standard zu verabschieden.

Als weiteres Ergebnis liegen neu entwickelte Programmbibliotheken zur genauen Berechnung der thermodynamischen und Transporteigenschaften von feuchter Luft und feuchten Verbrennungsgasgemischen für die Modellierung energietechnischer Anlagen vor. Insgesamt wurden 23 Aufträge von Partnern aus der Industrie im Jahr 2002 bearbeitet.

Im Rahmen des Verbundprojektes "Bildungsportal Sachsen" wurde das interaktive Lern- und Übungsprogramm "Thermopr@ctice" für die Ausbildung im Fach Technische Thermodynamik entwickelt. Es ermöglicht die selbständige Abarbeitung von individuellen Übungsaufgaben mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathcad. Als Hilfsmittel zur Lösung der Aufgaben wurden die vorliegenden Lehrmaterialien Formel- und Stoffwertsammlung sowie die am Fachgebiet entwickelten Stoffwert-Programmbibliotheken für das Lernsystem mit Mathcad aufbereitet.

Forschungs- und Entwicklungsprojekte

Thema 1:

Entwicklung von ergänzenden Zustandsgleichungen für thermodynamische Umkehrfunktionen von Wasser und Wasserdampf zur Industrie-Formulation IAPWS-IF97

Inhalt:

- Der am Fachgebiet Technische Thermodynamik entwickelte Gleichungssatz für die Berechnung der Funktionen $T(p,h)$, $v(p,h)$, $T(p,s)$ und $v(p,s)$ für Wasser im kritischen und überkritischen Gebiet wurde der IAPWS zur Annahme vorgelegt. Nach der Evaluation ist vorgesehen, den Gleichungssatz 2003 als ergänzenden internationalen Standard zur IAPWS-IF97 Formulation zu verabschieden.
- Weitere Gleichungen werden für die Funktionen $p(h,s)$ und $v(p,T)$ für Wasser im kritischen und überkritischen Gebiet erarbeitet. Sie sollen der IAPWS im Jahr 2003 zur Annahme eingereicht werden.

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Bearbeiterin:

Dipl.-Ing. (FH) K. Knobloch, Promotionsstipendiatin

Laufzeit:

bis 12/2003

Projektmittel:

Promotionsstipendium aus HWP Programm

Eingeworbene Drittmittel aus Softwareverkäufen an Industriepartner

Kooperationspartner:

International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS)

TU Dresden, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, Prof. Dittmann

Thema 2:

Entwicklung von Anwendersoftware zur Berechnung der thermodynamischen Eigenschaften von Arbeitsfluiden der Energietechnik und Bearbeitung von Industrieaufträgen

Inhalt:

- Insgesamt wurden 23 Aufträge von Unternehmen im Jahr 2002 bearbeitet.
- Die Unterprogrammbibliotheken LibHuAir und LibHuGas zur Berechnung der thermodynamischen und Transporteigenschaften von feuchten Verbrennungsgasgemischen und feuchter Luft, berechnet als ideale Mischung realer Fluide, wurden fertiggestellt.
- Für Ammoniak Luft wurde die Unterprogrammbibliothek LibNH3 erarbeitet.
- Für alle Unterprogrammbibliotheken wurden englische Versionen erstellt.

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Mitarbeiter:

Dr.-Ing. I. Stöcker
 Dipl.-Inf. (FH) I. Jähne, wiss. Mitarbeiterin
 Dipl.-Inf. St. Buchholz, wiss. Hilfskraft
 Dipl.-Ing. (FH) T. Hellriegel, wiss. Hilfskraft
 Dipl.-Ing. (FH) K. Knobloch, wiss. Hilfskraft
 B.Eng D. Seibt, Diplomand, stud. Hilfskraft
 B.Eng L. Kleemann, Diplomand, stud. Hilfskraft
 B.Eng. A. Bläser, Diplomandin, stud. Hilfskraft
 B.Eng. J. Schuster, stud. Hilfskraft
 St. Hasch, stud. Hilfskraft
 R. Krause, stud. Hilfskraft
 R. Klöppel, stud. Hilfskraft

Laufzeit:

unbefristet

Projektmittel:

ALSTOM Power, Baden (Schweiz)
 Vattenfall, VEAG Hauptverwaltung, Berlin, Konzernlizenz
 DREWAG Dresden (Unternehmenslizenz)
 SAARENERGIE, Saarbrücken
 SOFBID Zwingenberg (Generallizenz für Programm EBSILON)
 Hamilton Medical AG, Rhäzüns, Schweiz
 Fachhochschule Bochum, Institut für Thermo- und Fluidodynamik
 SAAS, Possendorf/Dresden
 FZR Forschungszentrum Rossendorf/Dresden
 CompAir, Simmern
 GKS Gemeinschaftskraftwerk, Schweinfurt
 InfraServ, Gendorf
 SoftSolutions, Mühlhausen (Unternehmenslizenz)
 Ingenieurbüro Kleemann, Dresden
 Caliqua AG, Basel (Unternehmenslizenz)
 PCK Raffinerie, Schwedt (Konzernlizenz)
 Ingenieurbüro Fischer-Uhrig, Berlin
 Stadtwerke Duisburg
 Stadtwerke Hannover
 Siemens AG, Power Generation, Görlitz
 Energieversorgung Halle (Unternehmenslizenz)
 Bayer AG, Leverkusen
 Dillinger Hütte, Dillingen

Kooperationspartner:

TU Dresden, Lehrstuhl für Thermodynamik, Prof. Dittmann

Thema 3:**Entwicklung des "Interaktiven Übungsprogramms Thermodynamik - Thermopr@ctice" im Rahmen des Verbundprojektes "Bildungsportal Sachsen"**

Inhalt:

- Das "Interaktive Übungsprogramm Thermodynamik" mit dem Namen "Thermopr@ctice" wurde als Internet-Anwendung fertiggestellt. Es ermöglicht, Übungsaufgaben im Fach Technische Thermodynamik mit Hilfe des Computeralgebrasystems Mathcad zu berechnen.
- Angeboten werden insgesamt 140 Aufgaben zu den Grundlagen der Technischen Thermodynamik, der Energielehre und der Wärmeübertragung. Der Lernende erhält individuelle Aufgabenstellungen in unterschiedlichen Varianten gegebener Größen und mit unterschiedlichen Werten.

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Mitarbeiter:

Dipl.-Inf. (FH) I. Jähne, wiss. Mitarbeiterin
 Dipl.-Ing. (FH) K. Knobloch, wiss. Hilfskraft
 B.Eng. D. Buttig, Projektarbeit, stud. Hilfskraft
 B.Eng. C. Heinrich, stud. Hilfskraft
 St. Hasch, stud. Hilfskraft
 M. Hauke, stud. Hilfskraft
 M. Weidner, Projektarbeit, stud. Hilfskraft

Laufzeit:

bis 12/2002

Projektmittel:

SMWK Dresden

Kooperationspartner:

TU Dresden, Lehrstuhl für Technische Thermodynamik, Prof. Dittmann

Publikationen**Veröffentlichungen in Fachzeitschriften**

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Hellriegel, T.; Kleemann, L.; Seibt, D.: Berechnung der thermophysikalischen Eigenschaften von trockener und feuchter Luft unter Druck. VDI-Berichte, Nr. 1681 (2002) S. 259-263

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Seibt, D.: Berechnung der thermophysikalischen Eigenschaften von feuchter Luft bis zu Drücken von 1000 bar. VDI-Berichte, Nr. 1734 (2002) S. 105-106

Proceedings

Kretzschmar, H.-J.; Knobloch, K.; Stöcker, I.; Dittmann, A.: Proposal: Supplementary Backward Equations $T(p, h)$, $v(p, h)$ and $T(p, s)$, $v(p, s)$ for the Critical and Supercritical Regions to the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam. In Minutes of the IAPWS Annual Meeting in Buenos Aires, ed. by B. Dolley, EPRI, Palo Alto (2002)

Kretzschmar, H.-J.: Supplementary Backward Equations for Region 3 of IAPWS-IF97. In: Minutes of the IAPWS Annual Meeting in Buenos Aires, ed. by B. Dolley, EPRI, Palo Alto (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Dittmann, A.: Property Databases for the Calculation of Heat Cycles and Turbines. Proceedings of the 16th European Conference on Thermophysical Properties, London (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Schuster, J.; Bläser, A.: Einsatz von Epsilon in der Hochschulausbildung. Tagungsband Epsilon-Anwendertagung, Sofbid GmbH, Zwingenberg (2002)

Vorträge

Kretzschmar, H.-J.; Knobloch, K.; Stöcker, I.; Dittmann, A.: Proposal: Supplementary Backward Equations $T(p, h)$, $v(p, h)$ and $T(p, s)$, $v(p, s)$ for the Critical and Supercritical Regions to the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam. IAPWS Annual Meeting, Buenos Aires (2002)

Kretzschmar, H.-J.: Supplementary Backward Equations for Region 3 of IAPWS-IF97. IAPWS Annual Meeting, Buenos Aires (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Dittmann, A.: Property Databases for the Calculation of Heat Cycles and Turbines. 16th European Conference on Thermophysical Properties, London (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Hellriegel, T.; Kleemann, L.; Seibt, D.: Berechnung der thermophysikalischen Eigenschaften von trockener und feuchter Luft unter Druck. VDI-GET Tagung Druckluft, Veitshöchheim (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Seibt, D.: Berechnung der thermophysikalischen Eigenschaften von feuchter Luft bis zu Drücken von 1000 bar. VDI-GET Tagung Energiespeicher, Veitshöchheim (2002)

Knobloch, K.; Kretzschmar, H.-J.; Dittmann, A.: Ergänzende Gleichungen für die Umkehrfunktionen $T(p, h)$, $v(p, h)$ und $T(p, s)$, $v(p, s)$ für das kritische und überkritische Zustandsgebiet von Wasser zur Industrie-Formulation IAPWS-IF97. VDI Thermodynamik-Kolloquium, Wernigerode (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Schuster, J.; Bläser, A.: Einsatz von Epsilon in der Hochschulausbildung. Epsilon-Anwendertagung, Bensheim (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Jähne, I.; Buttig, D.: Interaktives Übungsprogramm Thermodynamik - Thermopr@ctice. Arbeitstagung Bildungsportal Sachsen, Chemnitz (2002)

Jähne, I.; Kretzschmar, H.-J.: Beispiele für den Einsatz von Computer-Algebrasystemen an Hochschulen. Kolloquium am Christian-Weise-Gymnasium Zittau, Zittau (2002)

Knobloch, K.; Kretzschmar, H.-J.: Der neue ergänzende Standard IAPWS-2001 für die thermodynamischen Eigenschaften von Wasser und Wasserdampf - laufende Entwicklungsarbeiten am Fachgebiet Technische Thermodynamik. Fachbereichskolloquium, Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachbereich Maschinenwesen, Zittau (2002)

Jähne, I.; Kretzschmar, H.-J.: Interaktives Übungsprogramm Thermodynamik - Thermopr@ctice. Fachbereichskolloquium, Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachbereich Maschinenwesen, Zittau (2002)

Fachbücher

Kretzschmar, H.-J.: Kapitel 8 "Thermodynamik" in "Grundwissen des Ingenieurs". Fachbuchverlag Leipzig (2002), ISBN 3-446-21443-7

Forschungsberichte

Kretzschmar, H.-J.; Knobloch, K.; Stöcker, I.; Dittmann, A.: Proposal: Supplementary Backward Equations $T(p, h)$, $v(p, h)$ and $T(p, s)$, $v(p, s)$ for the Critical and Supercritical Regions to the IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam. Draft of a Release for IAPWS, University of Applied Sciences of Zittau and Goerlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Knobloch, K.: Test Report of "Proposal of an IAPWS Guideline for Tabular Taylor Series Expansion (TTSE) Method for Rapid and Accurate Calculations of the Thermodynamic Properties of Water and Steam". Report for IAPWS, University of Applied Sciences of Zittau and Goerlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.: Research Activities on the Thermodynamic Properties of Water and Steam. Jahresarbeitsbericht 2002 an das deutsche Nationalkomitee der IAPWS, Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik, Zittau (2002)

Knobloch, K.: Entwicklung von Zustandsgleichungen für thermodynamische Umkehrfunktionen von Wasser und Wasserdampf im kritischen und überkritischen Gebiet. Arbeitsbericht, Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J., Jähne, I.: Interaktives Übungsprogramm Thermodynamik - Thermopr@ctice. 2. Sachstandsbericht, Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Jähne, I.; Knobloch, K.: Property Software for Water and Steam Calculated from IAPWS-IF97. University of Applied Sciences of Zittau and Görlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Jähne, I.; Knobloch, K.; Hellriegel, T.; Kleemann, L.; Seibt, D.: Property Software for Humid Air Calculated as Ideal Mixture of Real Fluides. University of Applied Sciences of Zittau and Görlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Jähne, I.; Knobloch, K.; Hellriegel, T.; Kleemann, L.; Seibt, D.: Property Software for Humid Air Calculated from VDI-Guideline 4670. University of Applied Sciences of Zittau and Görlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Jähne, I.; Knoboch, K.; Kleemann, L.; Seibt, D.: Property Software for Humid Combustion Gas Mixtures Calculated as Ideal Mixture of Real Fluides. University of Applied Sciences of Zittau and Görlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Jähne, I.; Knoboch, K.; Karich, J.; Seibt, D.: Property Software for Combustion Gas Mixtures Calculated from VDI-Guideline 4670. University of Applied Sciences of Zittau and Görlitz, Department of Technical Thermodynamics, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Hasch, St.: Stoffwertprogrammbibliothek für Wasser und Wasserdampf für die Taschenrechner Casio CFX-9850 und Casio Algebra 2.0, Version für Studierende. Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik, Zittau (2002)

Kretzschmar, H.-J.; Stöcker, I.; Kleemann, L.; Krause, R.: Stoffwertprogrammbibliothek für Wasser und Wasserdampf für die Taschenrechner TI voyage 200, TI 89 und TI 92, Version für Studierende. Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik, Zittau (2002)

Verantwortliche Mitwirkung in Gremien

Im Rahmen der Forschung erfolgt eine aktive und verantwortliche Mitwirkung in der International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS):

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar ist:

Vice Chairman der IAPWS-Working Group "Thermophysical Properties of Water and Steam",

Mitglied der IAPWS Working Group "Industrial Requirements and Solutions",

Chairman der IAPWS-Task Group "Supplementary Equations for the Industrial Formulation IAPWS-IF97" und

Mitglied des IAPWS-Nationalkomitees Deutschland.

Dr.-Ing. I. Stöcker ist

Mitglied der Working Group "Thermophysical Properties of Water and Steam" und

Mitglied des IAPWS-Nationalkomitees Deutschland.

Preise/Auszeichnungen

Das Fachgebiet Technische Thermodynamik erhielt den Sonderpreis des Fördervereins e.V. der Hochschule Zittau/Görlitz (FH).

Die gemeinsame Diplomarbeit von Herrn D. Seibt und Herrn L. Kleemann wurde mit dem Prof. Hans-Joachim Hildebrand-Preis für herausragende wissenschaftliche Leistungen auf den Gebieten der Energietechnik ausgezeichnet.

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar