

### 32.22.02 Passive Nachwärmeabfuhr

#### I. Entwicklung von Thermofluiddynamikprogrammen für ingenieurtechnische Anwendungen

(G. Grötzbach, M. Wörner, IRS; M. Alef, HIK; W. Baumann, IKET)

Dieses Vorhaben diente dazu, Rechenprogramme für thermo- und fluiddynamische Analysen von Aufgaben der Nachwärmeabfuhr in innovativen Reaktorsystemen bereitzustellen. Es umfasste die Weiterentwicklung des Rechenprogramms FLUTAN für einphasige Naturkonvektion, die direkte numerische Simulation von Turbulenz mit TURBIT zur Verbesserung von Turbulenzmodellen, die Entwicklung neuer Methoden zur Beschreibung turbulenter Zweiphasenströmung in technischen Apparaturen, und die Durchführung von entsprechenden Experimenten zur Zweiphasenströmung. Das Vorhaben wurde am Ende dieses Breichtszeitraumes abgeschlossen.

Das Rechenprogramm FLUTAN wurde so weiterentwickelt, daß es für die Analyse der Nachwärmeabfuhr aus dem wassergekühlten Sumpf und von der gas- und strahlungsgekühlten Containmentschale in neu konzipierten Reaktorsystemen eingesetzt werden kann, siehe 32.21.05. Der erreichte Stand wurde dokumentiert [1, 2, 3]. Ein neuer Anwendungsbereich betrifft den dreidimensionalen Transport von Bor in Leichtwasserreaktoren, siehe 32.21.11, und die Analyse der Kühlmöglichkeiten in Tanks von beschleunigergetriebenen unterkritischen Anordnungen, siehe 32.23.05 und 32.23.06. Die dafür jeweils notwendige Weiterentwicklung wird unter diesen neuen Vorhaben weitergeführt. Sie betrifft besonders die Entwicklung von physikalischen Modellen zur Naturkonvektion in schweren Flüssigmetallen und die Entwicklung neuer Diskretisierungsverfahren zur Verbesserung der Effizienz des Programms.

Die Arbeiten am Rechenprogramm TURBIT zur numerischen Simulation von Turbulenz in Kanalströmungen dienen dazu, die im Rechenprogramm FLUTAN verwendeten Turbulenzmodelle auf eine breitere Basis zu stellen. Insbesondere wird mit Hilfe der Simulationsergebnisse der Anwendungsbereich von Turbulenzmodellen auf Naturkonvektion in verschiedenen Fluiden überprüft und methodisch erweitert. Der erreichte Stand wurde

dokumentiert [1, 4, 5]. Sofern Simulationen für die Entwicklung von Turbulenzmodellen für die konvektive Wärmeübertragung in schweren Flüssigmetallen notwendig werden, wird zukünftig über diese Simulationsergebnisse unter 32.23.06 berichtet.

Die Arbeiten zur Entwicklung neuer numerischer Methoden und physikalischer Modelle zur detaillierten Beschreibung instationärer dreidimensionaler turbulenter Zweiphasenströmung unter Einschluß der Topologie der Phasengrenzen wurden unter 32.22.03 fortgeführt. Der erreichte Stand wurde dokumentiert, siehe dort. Über die für die Übertragung dieser weiterentwickelten Methode in das Rechenprogramm CFX notwendigen Schritte wird zukünftig unter 32.21.11 berichtet. Die zugehörigen experimentellen Arbeiten in den Wasserkreisläufen TWOFLEX 1 und TWOFLEX 2 [6] wurden bereits seit Beginn dieses Berichtszeitraumes letzterem Vorhaben zugeordnet.

## Literatur

- 1 L. N., Carteciano, M., Wörner, G., Grötzbach,  
Erweiterte Turbulenzmodelle für technische Anwendungen von FLUTAN auf Naturkonvektion.  
Jahrestagung Kerntechnik 1999, Karlsruhe, 18. - 20.5.1999, Kerntechnische Gesellschaft e.V., INFORUM Bonn 1999, S. 129 - 133
- 2 G. Grötzbach, L. Carteciano, M. Wörner, A. Blahak, B. Dorr, S. Mitran, W. Olbrich, W. Sabisch, M. Alef, E. Aronskaia, U. Gentner, St. Genz, N. Lehmann, A. Müller, D. Seldner, X. Jin,  
Entwicklung von Thermofluidodynamikprogrammen und ingenieurtechnische Anwendungen.  
Projekt Nukleare Sicherheitsforschung, Jahresbericht 1998, Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6300, September 1999, pp. 491 - 506
- 3 W., Baumann, L.N., Carteciano, B., Dorr, G., Grötzbach,

Validierung des  $k$ - $\epsilon$ - $\sigma$ -Turbulenzmodells im 3D Thermohydraulik-Code FLUTAN 3.0 an Turbulenzmessdaten.

Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6395 (Dezember 1999)

- 4 M., Wörner, Q.-Y., Ye, G., Grötzbach,  
Consistent modelling of fluctuating temperature-gradient-velocity-gradient correlations for natural convection.  
in: "Engineering Turbulence Modelling and Experiments 4", Eds.: W. Rodi, D. Laurence, Elsevier Science B. V., 1999, pp. 165-174
- 5 G., Grötzbach, M., Wörner,  
Direct numerical and large eddy simulations in nuclear applications.  
Int. J. Heat and Fluid Flow (20) 1999, pp. 222 - 240
- 6 J. Aberle, W. Cherdron, G. Grötzbach, V. Heinzl, P. Philipp, H. Sauter, W. Sengpiel, M. Simon, I. Tiseanu,  
Experimentelle Untersuchung von Wechselwirkungsmechanismen und Phasentransportprozessen in Zweiphasenströmungen.  
Projekt Nukleare Sicherheitsforschung, Jahresbericht 1998, Forschungszentrum Karlsruhe, FZKA 6300, September 1999, pp. 507 - 516