

# **Forschungszentrum Karlsruhe**

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA-6380

## **PREMIX Experiments PM12-PM18 to Investigate the Mixing of a Hot Melt with Water**

A. Kaiser, W. Schütz, H. Will

Institut für Reaktorsicherheit

Programm Nukleare Sicherheitsforschung

This document has been prepared  
in the frame of the  
4<sup>th</sup> EU Framework Programme  
on Fission Reactor Safety 1996-99,

MFCI-Project  
Contract FI4S-CT96-0037  
Activity 2.1, PREMIX tests P2

EU number of present document:  
INV-MFCI(00)-D091

## **Abstract**

In the case of a hypothetical core melt-down accident in a pressurised light water reactor, hot melt may be relocated and mixed with water present in the lower coolant plenum. The amount of masses involved in the mixing process and the intensity of thermal interaction determine the extent of a possible steam explosion.

Such processes have been investigated, on a technical scale, at the Forschungszentrum Karlsruhe in so-called PREMIX experiments. Melt was released from above into a water pool using alumina instead of corium. Eighteen tests, PM01 to PM18, have been performed from 1994 to 1999. PM12 to PM18 were a task of the EU-MFCI-project within the Fourth Framework Programme. For that purpose, geometrical key data of the experimental facility as well as starting conditions of some of these tests were chosen to meet as close as possible those of the FARO/FAT tests performed at JRC Ispra with molten corium and water. This was in order to facilitate comparison of results.

Three tests (PM12, 13, 14) were started with almost identical parameters. The general course of events turned out to be very similar. Deviations nonetheless found in the results can generally be attributed to uncertainties in the procedure of preparing and controlling the melt supply. By this, reproducibility of the PREMIX experiments has been proven.

The conditions of two other tests (PM16, 17) were set to meet those of two FARO tests, L-28 and L-31. These were the melt mass, water temperature and depth, system pressure, nozzle diameter, and duration of melt release.

In most cases, under saturated water conditions, melt penetration, premixing, and steam production occurred in such a way that the bulk of water was prevented from close contact with the melt. Steam and water were in equal shares, around 50%, in the interaction zone. In case of large initial subcooling of the water, the share of the steam and, with it, the average distance between melt and water in the interaction zone were much smaller. Nonetheless, a steam explosion did not occur.

The influence of the various parameters on the results is discussed. Special interest is devoted to the evaluation of the jet break-up length. The report gives a documentation of all relevant data. The data should be used for the validation of multi-phase computer programmes which are presently developed in reactor safety research.

## **Zusammenfassung**

### **PREMIX, Abschlußbericht der zweiten Testserie (PM12 - PM18)**

Beim Niederschmelzen des Reaktorkerns, denkbar als Folge eines hypothetischen Störfalls in einem Druckwasserreaktor, kann heiße Schmelze in das untere Kühlmittelplenum gelangen und sich mit dort vorhandenem Wasser mischen. Die Menge der an der Vermischung beteiligten Massen und die Intensität der thermischen Wechselwirkung bestimmen das Ausmaß einer eventuell auftretenden Dampfexplosion.

Derartige Vorgänge wurden im Forschungszentrum Karlsruhe in den sogenannten PREMIX Experimenten in technischem Maßstab untersucht. Die heiße Schmelze floss von oben in ein Wasserbad. Anstelle von Corium wurde Aluminiumoxid-Schmelze verwendet. Von 1994 bis 1999 wurden insgesamt 18 PREMIX-

Experimente (PM01 – PM18) durchgeführt. PM12 bis PM18 waren Teil eines Arbeitspakets des EU-MFCI-Projektes innerhalb des Vierten Rahmenprogramms. In diesem Zusammenhang wurden geometrische Eckdaten der Teststrecke wie auch Startbedingungen bei einigen dieser Versuche so gewählt, dass sie möglichst gut mit denen der FARO/FAT Versuche übereinstimmten, die im Forschungszentrum JRC in Ispra mit geschmolzenem Corium und Wasser durchgeführt wurden. Zweck war eine Erleichterung beim Vergleich der Ergebnisse.

Drei Experimente (PM12, 13, 14) wurden unter fast gleichen anfänglichen Bedingungen durchgeführt. Der generelle Ablauf der drei Versuche war sehr ähnlich. Dennoch festgestellte Unterschiede können Unsicherheiten im zeitlichen Ablauf der Schmelzeerzeugung zugewiesen werden. Das Ergebnis zeigt, dass die PREMIX-Experimente reproduzierbar sind

Die Bedingungen zweier weiterer Versuche (PM16, 17) wurden denen zweier FARO Tests, L-28 and L-31, angepasst. Es waren die Parameter Schmelzemasse, Wassertemperatur und -tiefe, Systemdruck, Durchmesser der Schmelzedüse und Dauer des Schmelzeausflusses.

Die Mehrzahl der Versuche wurde unter der Bedingung gesättigten Wassers durchgeführt. Hier verliefen das Eindringen der Schmelze in das Wasser, die Vorvermischung und die Dampfbildung in einer Weise, dass die Hauptmasse des Wassers von einem engen Kontakt mit der Schmelze abgehalten wurde. Dampf und Wasser waren in etwa gleichen mittleren Volumenanteilen in der Interaktionszone vorhanden. Im Falle starker anfänglicher Unterkühlung des Wassers waren der Anteil des Dampfes und mit ihm die mittlere Distanz zwischen Schmelze und Wasser in der Interaktionszone viel kleiner. In keinem Falle trat eine Dampfexplosion auf.

Der Einfluss der unterschiedlichen Parameter auf die Versuchsergebnisse wird diskutiert. Besonderes Interesse wird der Bestimmung der sog. Aufbrechlänge des Schmelzestrahls gewidmet. Die gleichfalls dokumentierten Messergebnisse bilden eine Datenbasis für die Validierung von Mehrphasen-Computerprogrammen, die gegenwärtig im Rahmen der Reaktor-Sicherheitsforschung entwickelt werden.