

Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan

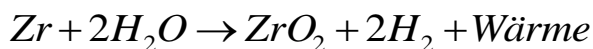
Nr. 002
(16.03.2011, 14:30 Uhr)

Woher kommt Wasserstoff bei nuklearen Störfällen? (IAM & IKET KIT, FZJ)

Bei den schweren Störfällen im japanischen Kernkraftwerk Fukushima kam es zu mehreren Explosionen, die höchstwahrscheinlich durch Wasserstoff verursacht wurden. Woher kommt der Wasserstoff bei einem nuklearen Störfall?

Auch nach dem Abschalten des Reaktors, wie im KKW Fukushima mit Beginn des Erdbebens geschehen, produziert der Reaktorkern wegen des Zerfalls von radioaktiven Elementen weiter Wärme und muss gekühlt werden. Beim Ausfall der Kühlung erhitzt sich der Kern allmählich und es kommt zunehmend zur chemischen Reaktion zwischen Materialien im Reaktor und dem noch vorhandenen Wasserdampf. Am wichtigsten sind dabei die Umhüllungen des Brennstoffs (Hüllrohre), die aus Legierungen des Metalls Zirkonium bestehen.

Zirkonium reagiert mit dem noch vorhandenen Wasserdampf entsprechend folgender Gleichung:



Diese Reaktion ist die Hauptquelle für die Produktion von Wasserstoff. Die Oxidation von 1 kg Zirkonium führt zur Bildung von ca. 50 g Wasserstoff (500 l bei Normaldruck). Bei einem Zirkonium-Inventar von mehr als 50 t in einem Siedewasserreaktor können somit große Mengen Wasserstoff gebildet werden.

Kommt der im Reaktorkern erzeugte Wasserstoff unfallbedingt oder gezielt durch Abblasen mit Sauerstoff aus der Luft in Kontakt und findet dieses Gemisch eine Zündquelle - was bei solchen Unfällen sehr wahrscheinlich ist, dann kann es zu Explosionen bis hin zu Detonationen mit der beobachteten, großen Zerstörungskraft kommen. Ein kg Wasserstoff kann dabei die Wirkung von etwa 10-30 kg TNT entwickeln.

Eine weitere Konsequenz der oben gezeigten chemischen Reaktion ist die Versprödung der Brennstoffumhüllungen und somit der Verlust ihrer Barrierewirkung gegen die Freisetzung von Spaltprodukten aus dem Brennstoff.

Außerdem ist diese Reaktion mit der Erzeugung großer Energiemengen verbunden. Die Oxidation von 1 kg Zirkonium entspricht der Freisetzung von ca. 2 kWh. Mit steigender Temperatur verstärkt sich die chemische Energieproduktion und beeinflusst die weitere Kernzerstörung bis hin zur Bildung von Kernschmelze (s. Pressemitteilung zum Thema Kernschmelze).

Die Bildung von Wasserstoff in Kernreaktoren sowie geeignete Gegenmaßnahmen sind seit den 80er Jahren Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen an den Helmholtz-Zentren in Jülich und Karlsruhe.

Weitere Informationen zum Thema auch hier: <http://www.dwv-info.de/>



Abbildung 1: Wasserstofftechnikum am KIT

Time Value = 839 [s]

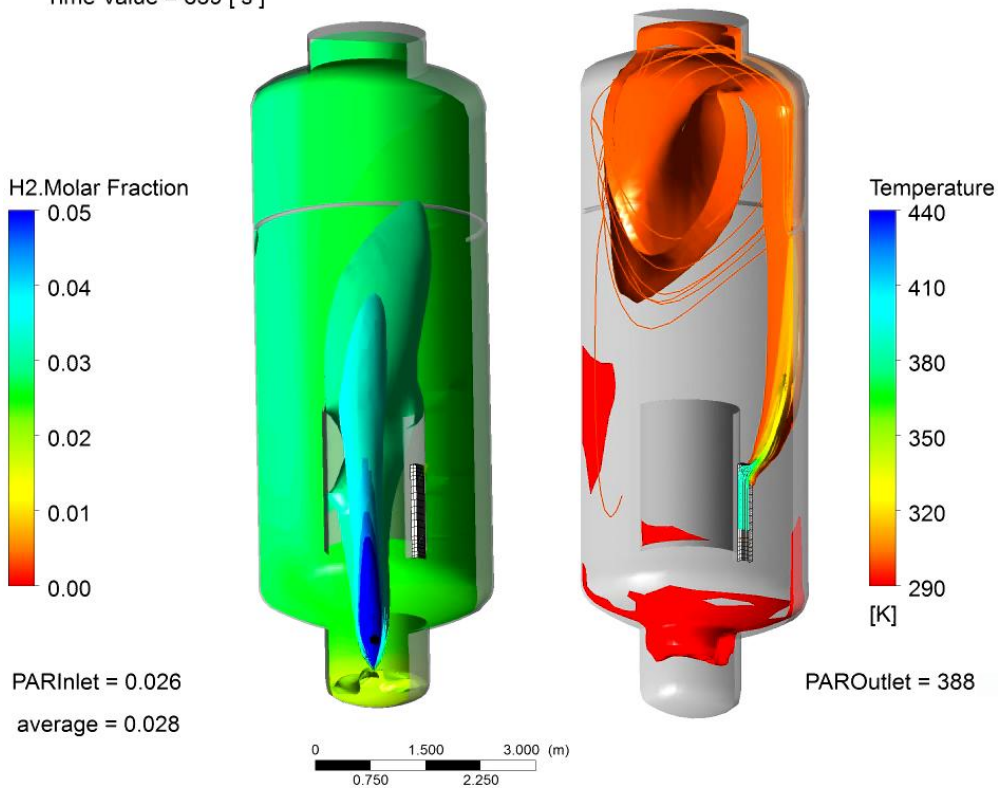


Abbildung 2: CFD Simulation zu den Auswirkungen von Rekombinatoren auf das Wasserstoffverhalten (FZJ)