

Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan

Nr. 004
(16.03.2011, 18:30 Uhr)

Entwicklung eines Kernschmelzunfalls (NUKLEAR KIT)

Bisher ist in keiner der Anlagen in Fukushima ein Kernschmelzunfall von dem Betreiber bestätigt worden, dennoch scheint es nicht ganz ausgeschlossen, dass sich die bisherige Situation dahin entwickeln kann.

Für evtl. zu betrachtende Kernschmelzunfälle kann der Unfallablauf in vier Phasen unterteilt werden:

- das Aufheizen und Abschmelzen des Reaktorkerns (siehe *Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan, Ausgabe Nr. 003, "Wie entsteht eine Kernschmelze bei nuklearen Störfällen?"*),
- die Verdampfung des Restwassers im unteren Plenum des Reaktordruckbehälters,
- das Durchschmelzen des Reaktordruckbehälters und
- die Wechselwirkung zwischen Schmelze und Beton nach Versagen des Reaktordruckbehälters und die Sumpfwasserverdampfung.

Da über die eingeleiteten Notfallmaßnahmen der japanischen Betreibergesellschaft TEPCO keine genauen Informationen vorliegen, weder über die Menge des eingespeisten Wassers mittels Feuerweerpumpen, noch über deren zeitlichen Ablauf, kann hier nur von einem „worst case“ (schlimmsten anzunehmenden) Szenario ausgegangen werden, das keinerlei Notfallmaßnahmen beinhaltet.

Qualitativ ergibt sich folgender Unfallablauf aus den bisherigen Untersuchungen:

In der 1. Phase führt die Nachwärme nach Ausfall der Kernkühlung zur Aufheizung und Verdampfung des im Druckbehälter vorhandenen Wassers. Mit Absinken des Wasserspiegels in den Kernbereich wird der Kern stark überhitzt und beginnt zu schmelzen. Die oberhalb von ca. 950°C einsetzende exotherme Reaktion des Hüllrohrmaterials Zirkonium mit dem Dampf beschleunigt diesen Vorgang. Wenn 80 % des Kerns geschmolzen sind, wird ein Versagen der unteren Gitterplatte und Absturz des geschmolzenen Kerns in das untere Plenum des Reaktordruckbehälters angenommen. Während der 1. Phase ist mit Ausdampfen von Wasser, Produktion von Wasserstoff aus der Zirkonium/Wasser-Reaktion und Radiolyse sowie Freisetzung flüchtiger Spaltprodukte zu rechnen. Bei Absturz des geschmolzenen Kerns in das möglicherweise noch mit Wasser gefüllte untere Plenum ist es im Prinzip vorstellbar, dass eine schnelle Energieübertragung von der Schmelze in das Restwasser erfolgt. Dies könnte im Extremfall zu einer Dampfexplosion führen, die unter Umständen Folgeschäden nach sich zieht.

Geht man davon aus, dass es zu keiner solchen Dampfexplosion kommt, so wird in der 2. Phase das im unteren Plenum vorhandene Wasser verdampft und die noch nicht geschmolzenen Kernbestandteile heizen sich auf. Schließlich bildet sich ein flüssiger Schmelzsee auf dem Boden des Reaktordruckbehälters.

In der 3. Phase wird dann die Wandung des Reaktordruckbehälters durchschmolzen und die Schmelze ergießt sich auf den Boden der Betonplatte. Bis auf die Verdampfung des Restwassers findet in der 2. und 3. Phase keine nennenswerte Massen- und Energiefreisetzung statt.

In der 4. Phase dringt die Schmelze durch Aufschmelzen des Betons seitlich in Richtung des biologischen Schildes und vertikal durch das Fundament vor. Das im Beton gebundene Wasser wird dabei freigesetzt und in der Schmelze zu Wasserstoff reduziert. Es muss davon ausgegangen werden, dass nach Durchschmelzen der inneren Betonabschirmung des biologischen Schildes die Schmelze mit dem vorhandenen Restwasser in

dem Ringraum des Sicherheitsbehälters in Kontakt kommt. Das führt zu einer Aufheizung und Verdampfung dieses Sumpfwassers und damit zu einer stetigen Druckzunahme im Sicherheitsbehälter. Bei Erreichen des mit etwa 8 bar abgeschätzten Versagensdruckes (Auslegungsdruck 5 bar) des Sicherheitsbehälters muss ein Überdruckversagen angenommen werden. Bis zu diesem Zeitpunkt wird die Schmelzfront nur unwesentlich weiter in das Fundament eindringen. Erst nach völligem Verdampfen des Sumpfwassers setzt die Schmelze ihren Weg fort und durchdringt schließlich das Fundament. Danach würde sie durch das Grundwasser an einem weiteren Vordringen gehindert und erstarren.

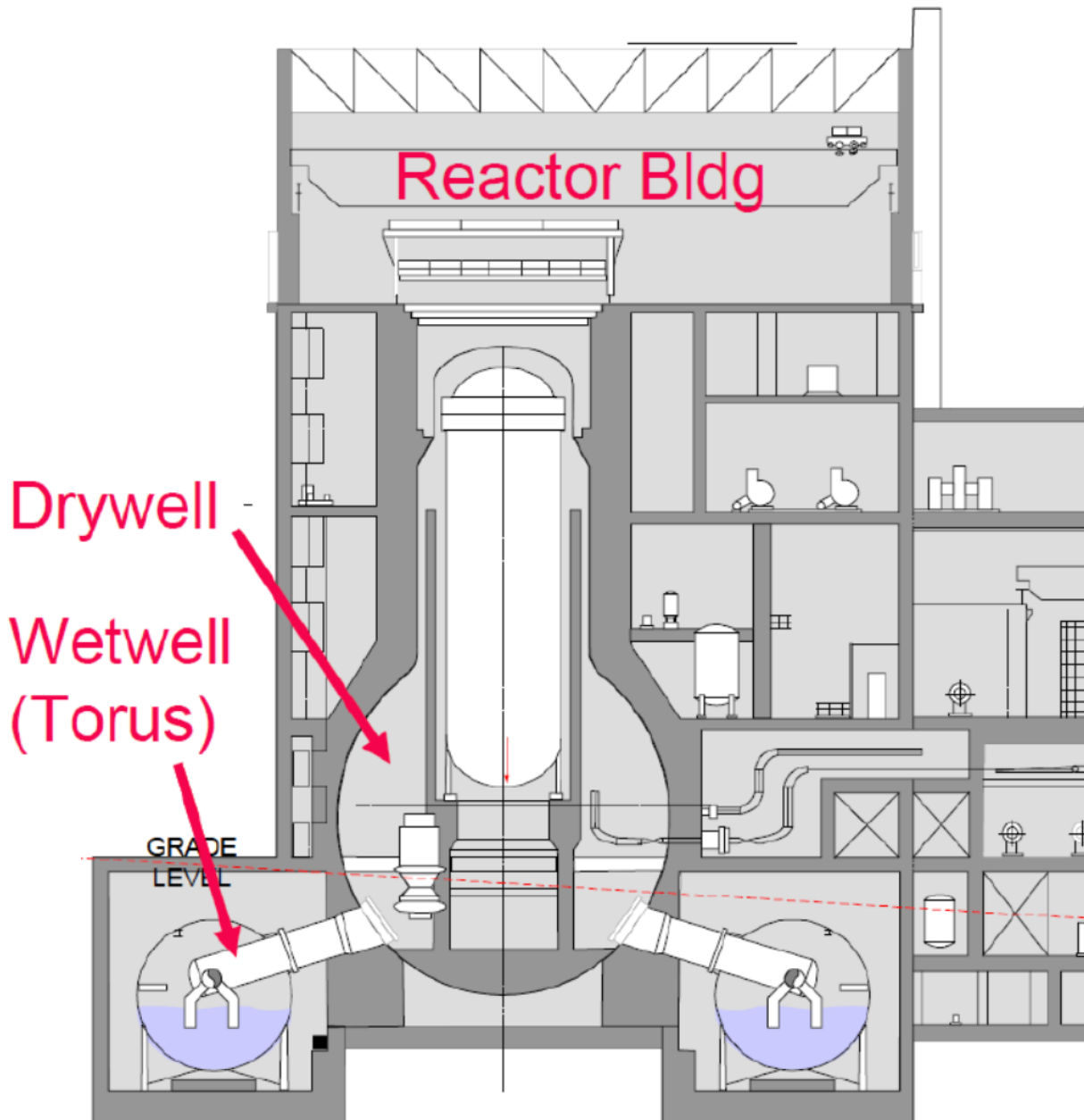


Abbildung 1: Vereinfachtes Diagramm eines Mark I Reaktorgebäudes

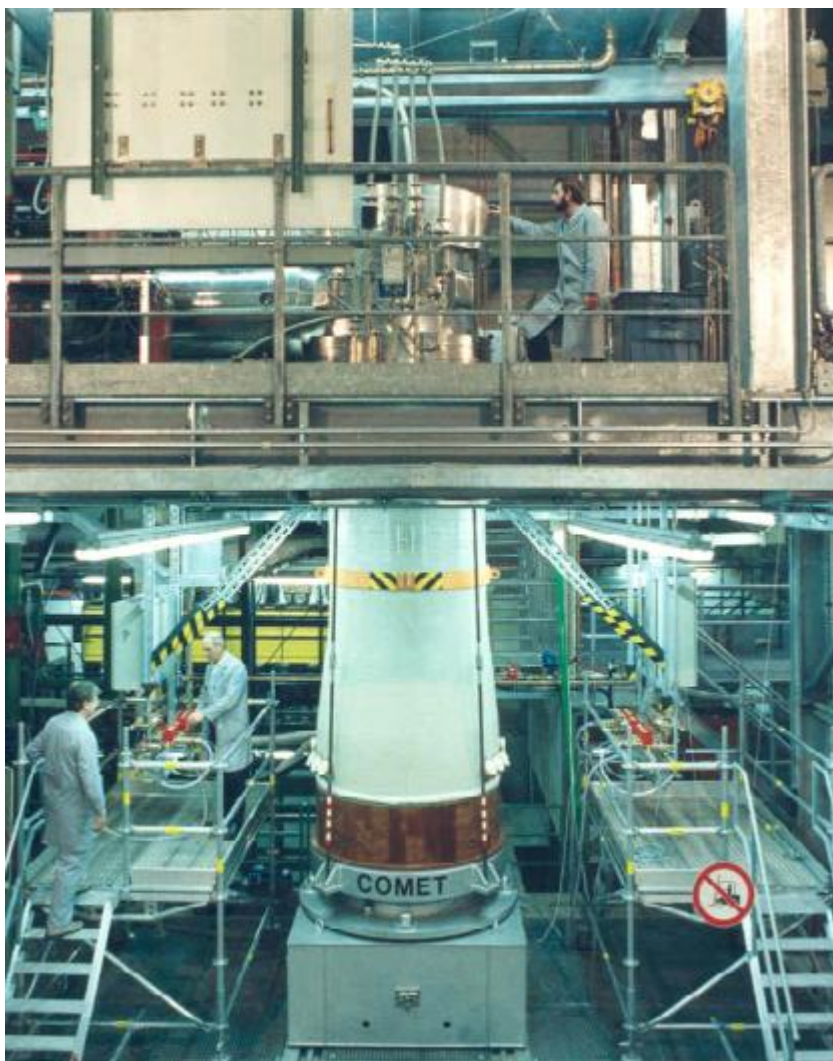


Abbildung 2: COMET: Großtechnische Versuchsanlage zur Bewertung der Kernschmelze-Beton-Wechselwirkung bei einem Kernschmelzunfall am KIT