

Hintergrundinformationen zu ausgewählten Themen zum nuklearen Störfall in Japan

Nr. 001
(16.03.2011, 19:00 Uhr)

Dosisabschätzung für potentielle Freisetzungen aus dem japanischen Kraftwerk Fukushima 1 (IKET KIT)

1. Einleitung

Das Kraftwerk Fukushima I hat 4 Kraftwerksblöcke (Siedewasserreaktoren) mit den folgenden elektrischen Leistungen

- Fukushima I-1: 439 MW, seit dem 26.3.1971 in Betrieb
- Fukushima I-2: 760 MW, seit dem 18.7.1974 in Betrieb
- Fukushima I-3: 760 MW, seit dem 27.3.1976 in Betrieb
- Fukushima I-4: 760 MW, seit dem 12.10.1978 in Betrieb

2. Quellterme

Insgesamt wurden Quellterme, also potentielle Freisetzungen von radioaktiven Stoffen, von der GRS (Gesellschaft für Reaktorsicherheit) für die Reaktoren 1-3 bereitgestellt. Block 4 war zum Zeitpunkt des Unfalls abgeschaltet und wurde deshalb nicht berücksichtigt. Als Unfallszenario wurde ein Kühlmittelverlust und damit ein Leerlaufen des Kernbereichs unterstellt, was zu einer Erhitzung der Brennstäbe führt. Aufgrund der schwierigen Informationslage wurden Annahmen getroffen, die nicht durch Informationen, die vom Betreiber herausgegeben wurden, nachgeprüft werden konnten. Der erste abgeleitete Quellterm basiert auf der Annahme einer Freisetzung von Spaltgasen nur einiger Brennstäbe. Hierbei werden nur etwa 0.02% des Kerninventars freigesetzt (Spaltprodukte und Edelgase). Dies deckt sich mit der Aussage der Betreiber, die den Störfall/Unfall auf der INES Skala in Abbildung 1 auf die Stufe 4 gesetzt haben (Status 12.3.2011).

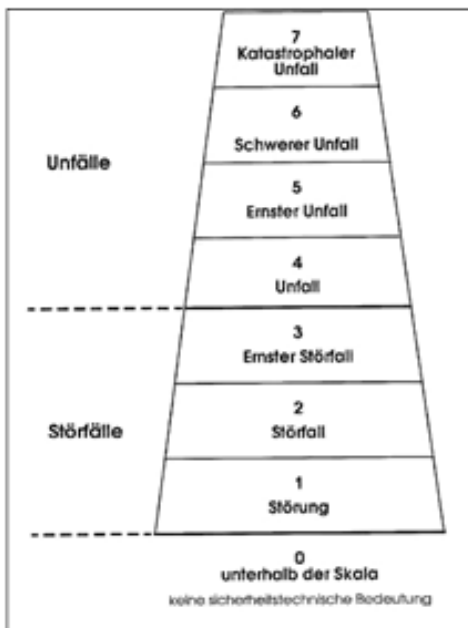


Abbildung 1: Skala zur Einordnung von nuklearen Stör- und Unfällen (INES Skala)

Der Unfall von Chernobyl wurde mit 7 bewertet. Heute, 16.3.2011, ist der Unfall in Fukushima mit 6 bewertet.

Der zweite Quellterm – ein Schmelzen des Kerns – stellt eine mittlere Abschätzung der möglichen Freisetzungen dar. Hier wird eine 95% Freisetzung der Edelgase und etwa 1-2% Freisetzung der Spaltprodukte (z.B. Cäsium Gruppe, ~2,5%, und Jod Gruppe, ~1,3%,) unterstellt. Der Anteil der Plutonium Gruppe (z.B. Pu-238) ist mit etwa 0.001% des Inventars abgeschätzt worden.

3. Rechnungen mit RODOS am KIT

Rechnungen mit dem RODOS System wurden für die beiden ersten Szenarien, also INES-4 und mittlere Abschätzung durchgeführt. Als konservative Abschätzungen wurden Wetterbedingungen gewählt, die einen Transport in Richtung Tokio ermöglichen. Dies wurde durch eine Eingabe der meteorologischen Größen per Hand realisiert. Im weiteren Verlauf der Woche wollen wir auch realistische meteorologische Felder (Vorhersagen des amerikanischen Wetterdienstes, skaliert über WRF) nutzen.

Alle Ergebnisse beruhen auf Annahmen, die eine hohe Unsicherheit aufweisen. Sobald uns exakte Werte vorliegen, werden die Ergebnisse verfeinert. Ortsdosisleistung an der Anlage für das Szenario „mittlere Abschätzung“. Die Abbildung 2 (total gamma dose rate) zeigt die Ortsdosisleistung nach Ende der Freisetzung (Fahne ist abgezogen), also nur bedingt durch die externe Strahlung der abgelagerten Radionuklide. Hier wird in der Nähe der Anlage eine Dosis von etwa 50 mSv/Stunde erreicht. Hierbei wird deutlich, dass ein Aufenthalt in der Nähe der Anlage nicht mehr möglich ist, da z.B. der für das Kraftwerkspersonal in Deutschland zuständige Richtwert von 50 mSv/Jahr innerhalb einer Stunde erreicht würde.

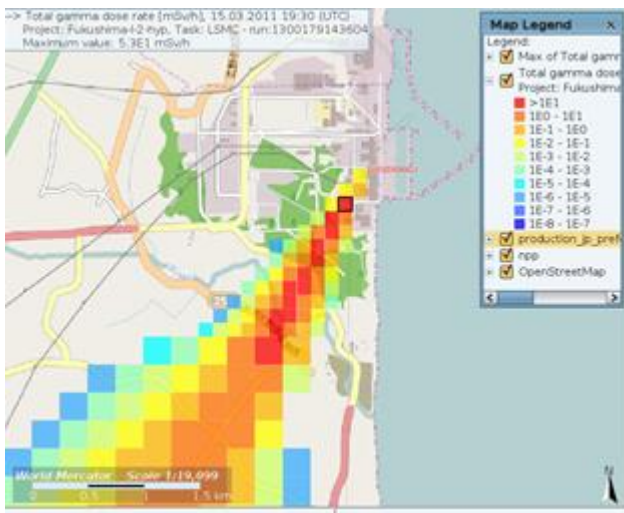


Abbildung 2: Ortsdosisleistung nach Ende der Freisetzung (Bildschirmausdruck RODOS), Fall mittlere Abschätzung

Die Dosen, die im Raum Tokio von diesem mittleren Quellterm zu erwarten wären, liegen im Bereich von etwa 1 mSv im ersten Jahr (siehe Abbildung 3), resultierend aus der Belastung durch externe Strahlung der vorbeiziehende Wolke, der Bestrahlung über ein Jahr durch die abgelagerten Radionuklide und durch die über die Atemluft aufgenommenen Radionuklide. Die Belastung über den Verzehr von kontaminierten Nahrungsmitteln wurde nicht berücksichtigt, da davon auszugehen ist, dass diese nicht in den Handel gelangen und damit nicht verzehrt werden. Dennoch ist dieser Pfad langfristig als besonders bedeutsam anzusehen und es ist zu erwarten, dass weite Bereiche unter der Fahne – zumindest in der Nähe der Freisetzungsstelle – für Jahre nicht mehr für die Produktion von Nahrungsmittel genutzt werden kann.

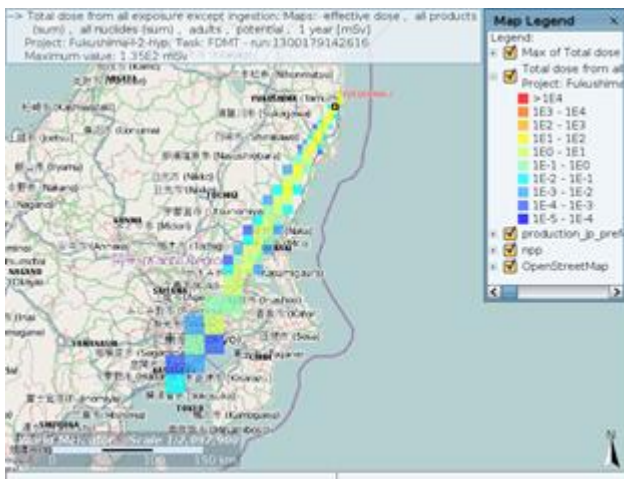


Abbildung 3: Jahresdosis im Raum Tokyo (Bildschirmausdruck RODOS), Fall mittlere Abschätzung

Rechnungen für den INES-4 Fall zeigen eine deutlich geringere Dosis, sowohl im Großraum Tokio (< 0,1 mSv im ersten Jahr, Abbildung 4), als auch in der Nähe der Anlage (Bild 5). Die Rechnung im Nahbereich (Bild 4) zeigt die Ortsdosisleistung, die sich während der Freisetzung ergibt, also Fahnenstrahlung + Bodenstrahlung.

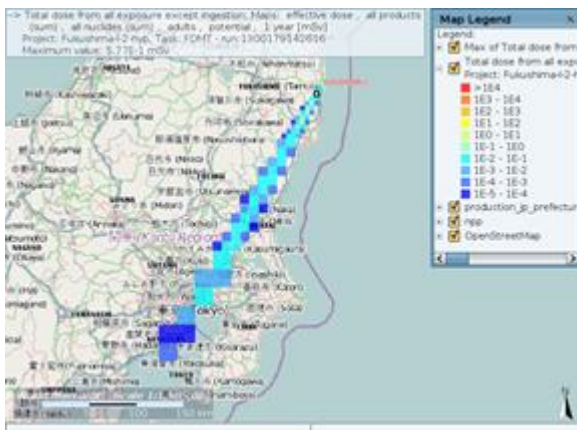


Abbildung 4: Jahresdosis im Raum Tokyo (Bildschirmausdruck RODOS), Fall INES-4 Abschätzung

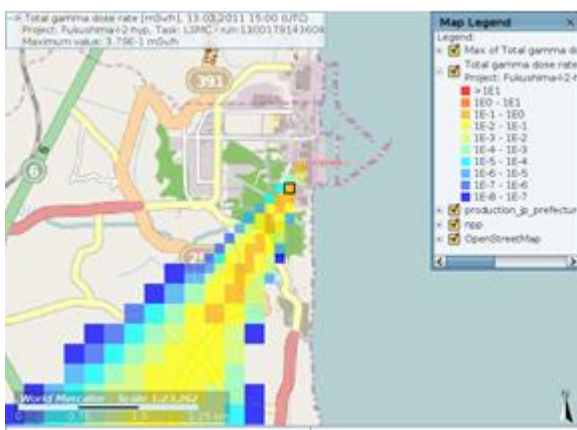


Abbildung 5: Ortsdosisleistung nach Ende der Freisetzung (Bildschirmausdruck RODOS), Fall INES-4 Abschätzung

Vergleich mit Messungen. In der Nähe der Anlage wurden Ortsdosisleistungen von bis zu 12 mSv/Stunde gemessen. Dies wurde einer potentiellen Freisetzung zugeordnet. Die hohen Werte sind dann auf etwa 1 mSv/Stunde und weniger zurückgegangen. Die Werte von 1 mSv/Stunde und darunter würde zurzeit eher mit den Rechnungen für den INES-4 Fall übereinstimmen, der etwa 0,4 mSv/Stunde in der Nähe der Anlage zeigt. Für die mittlere Abschätzung errechnet sich eine Ortsdosisleistung von mehr als 200 mSv/Stunde (Freisetzungsdauer 6 Stunden), wenn die Fahnenstrahlung mit berücksichtigt würde.

4. Wettervorhersage

Wettervorhersage für die nächsten Tage ausgegeben am 15.3.2011, 15:30 MEZ:

Wetterlage:

Ein derzeit noch flaches Tiefdruckgebiet östlich der japanischen Hauptinsel Honschu verlagert sich in den nächsten Tagen unter kräftiger Verstärkung nordostwärts. Am Donnerstag liegt es als Orkantief knapp östlich von Kamtschatka. Für Japan resultiert daraus ein ab morgen Vormittag auf westliche Richtungen drehender Wind. Zudem setzt sich Kaltluft durch.

Dienstag, 15.3.2011:

Entlang der Küste nördlicher Wind, im Mittel 30-35 km/h, im Landesinneren deutlich windschwächer. Verfrachtung von Luftbeimengungen von Fukushima aus in südliche Richtung, auch der Großraum Tokio kann vorübergehend betroffen sein. Im Laufe der Nacht nachlassender Regen oder Schnee.

Mittwoch, 16.3.2011:

Von nordwestlichen auf westliche Richtungen drehender (ablandiger) Wind, auffrischend, im Mittel 40 bis 50 km/h. Im Unglücksgebiet abgesehen von einzelnen Schnee- oder Graupelschauern weitgehend trocken. 0 bis 6 Grad.

In den darauffolgenden Nächten Frost. Tagsüber nur wenig über Null Grad.

Ab Freitag unter Hochdruckeinfluss kaum Wind, tagsüber wärmer.

5. Wohin bewegt sich die Fahne (radioaktive Wolke)? Trajektorien und hochauflösende meteorologische Modellierung rund um Japan

Mitarbeiter des KIT erstellen seit dem 12. März 2011 eigene und spezielle Vorhersagekarten, die wir in Zusammenarbeit mit wetter3.de auf der Seite www.wettergefahren-fruehwarnung.de routinemäßig anbieten.

Als Datengrundlage dienen die routinemäßigen Vorhersagen des amerikanischen Wettervorhersagemodells GFS, die in einer horizontalen Auflösung von 0.5 Grad vorliegen.

Wir berechnen und aktualisieren alle 6 Stunden sogenannte Trajektorien, die darüber Auskunft geben, wie, wie schnell und wohin sich eine mögliche radioaktive Wolke vom Ausgangsort Fukushima in Nordostjapan verlagert.

Dabei handelt es sich nicht um eine Ausbreitungsrechnung im eigentlichen Sinne, da mögliche Depositionsvorgänge oder Änderungen in der Konzentration der Wolke nicht berücksichtigt werden.

Zwei Darstellungsarten stehen zur Verfügung:

Der eine Ausschnitt zeigt die möglichen Verlagerungswege der Wolke in der Umgebung Japans, der zweite größere Ausschnitt den gesamten Weg, den eine Wolke während der nächsten 7 Tage auf der Nordhalbkugel nehmen könnte.

Aus den Grafiken in der unteren Hälfte der Abbildungen geht jeweils hervor, welchen Vertikalbewegungen die Wolke im Laufe der nächsten Stunden und Tage unterworfen ist.

Es können 7 Startzeitpunkte gewählt werden:

+00Stunden bis +36 Stunden.

Der Startzeitpunkt +24 beispielsweise führt zu Karten, die zeigen, wie sich eine Wolke verlagert, die erst in 24 Stunden in Fukushima emittiert wird.

Ein Archiv wird noch eingerichtet.