Erfahrungen für den Bevölkerungsschutz aus dem Tohoku-Erdbeben in Japan

- Zukunftsforum Öffentliche Sicherheit -

Dr. Horst Miska, Klein-Winternheim

- Schutzkommission beim BMI -
(ehemals EU-COM und ISM RP)

Dr. Horst Miska

Ausbildung und Berufserfahrung

Studium der Physik an der Technischen Hochschule (heute: Universität) Darmstadt,
Promotion zum Dr. rer. nat am Institut für Kernphysik der TH Darmstadt

Postdoc am MIT Bates Linac (Cambrigde, Massachusetts, USA)

Wissenschaftlicher Mitarbeiter/Hochschulassistent an der Universität Mainz

Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Strahlenschutzbeauftragter am Institut für Kernphysik der TH Darmstadt

Referent am Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz, Mainz

- zuständig u. a. für nuklearen Katastrophenschutz und Strahlenschutz der Einsatzkräfte
- in dieser Zeit Mitarbeit in Arbeitsgruppen der Strahlenschutzkommission und der OECD-NEA sowie als „cost free expert“ bei der IAEA

Abgesandter nationaler Experte (END) bei der GD Umwelt der Europäischen Kommission in Brüssel, Zivilschutzeinheit

Im Ruhestand noch als Berater für Strahlen- und Katastrophenschutz tätig

Mitglied Fachverband für Strahlenschutz

Ehrenamtliche Tätigkeit

Mitglied der Schutzkommission beim BMI

Fachberater Feuerwehr „Physik und Strahlenschutz“ der Kreisverwaltung Mainz-Bingen

Aktiv im Arbeitskreis Notfallschutz des Fachverbandes für Strahlenschutz

Mitglied Redaktionskomitee der Fachzeitschrift StrahlenschutzPRAXIS

2011-03-11, 14:45 Seebeben M 9,0 vor Sendai, Japan

⇒ Züge automatisch gestoppt, Kernkraftwerke autom. abgeschaltet, Stromausfälle, Brände, . . ., wenige Schäden durch das Beben, aber

⇒ Tsunami in der Folge: bis 38 m hohe Welle

- 12.160 Tote (Stand 4.4. nach jap. Wikipedia)
- 15.500 Vermisste
- 45.700 Häuser zerstört
- 8.800 Häuser stark beschädigt
- 24.000 Pendler in Tokio gestrandet

Gesamte Infrastruktur zerstört: Straßen, Stromversorgung, . . .

Japan hat die vom MIC der EU in Brüssel angebotene Hilfe nicht angenommen. Wenige Hilfsteams können die zeitweise 100.000 Einsatzkräfte der jap. Armee kaum unterstützen und stellen eher eine Belastung dar, vor allem, wenn sie die jap. Verhältnisse nicht kennen.

Japan als Inselstaat versucht autark zu sein (in Sachen Energieversorgung und Rohstoffe ist dies aber kaum möglich). Wegen dieser Insellage verlässt man sich im täglichen Leben auf schriftliche Hinweise, kaum Piktogramme, dies erschwert Ausländern die Orientierung. So bewegen sich jap. Lkw nur in Japan und benötigen z. B. keine sprachunabhängige Gefahrenkennzeichnung wie in Europa, wo ein Lkw von Portugal bis Finnland fahren kann.

Die deutschen Medien schienen überrascht, dass es „keine Fluchtbewegungen, keine Panik und keine Plünderungen“ gab. Die Japaner zeigen ein ausgeprägtes soziales Verhalten. Dies zeigte sich z. B. darin, dass sie Hinweise in den Fenstern wie „Kommen Sie herein, wenn Sie auf die Toilette möchten oder eine Tasse heißem Tee möchten.“ anbrachten, um den zig Tausenden, die zu Fuß von Tokyo nach Hause unterwegs waren, zu helfen.

Das Erdbeben hatten die meisten Gebäude, moderne Betonbauten und traditionelle, leichte Wohnhäuser, weitgehend unbeschadet überstanden. Der Wucht des Tsunami konnten die leichten Häuser nicht widerstehen und wurden hinweg gespült. Die Küstenbewohner wurden rechtzeitig alarmiert und gewarnt und konnten sich in Sicherheit bringen. Sie mussten aus sicherer Entfernung zusehen, wie ihr Hab und Gut in den Fluten versank.

Tot und Vermisste gab es vor allem dort, wo sich die Bürger z. B. hinter eine 10 m hohen Schutzmauer sicher fühlten. Der Tsunami erreichte aber an vielen Stellen eine Höhe von 20 m und mehr, sodass die Bewohner hinter der Mauer weggespült wurden.

Die Versorgung mit elektrischer Energie ist stark gestört; zum Einen durch die automatische Abschaltung etlicher KKW, zum Andern durch defekte Leitungen. Hinzu kommt, dass der Südwesten von Japan 50 Hz Versorgung erhält, der Nordosten mit 60 Hz (beide 110 V). Ein Ausgleich ist nur mit einer Leistung von 100 MW möglich.

In Japan besser als in DE:

- Warnung der Bevölkerung mit
  - Sirenen
  - Über Mobiltelefone
- Vorab-Information über richtiges Verhalten
  - Vorbeugend
  - Abwehrend (im Ereignisfall)
- Selbsthilfefähigkeit der Bevölkerung – Resilienz
  - Erdbeben-Training
  - Rettungswege markiert
  - Werkzeuge und Vorräte

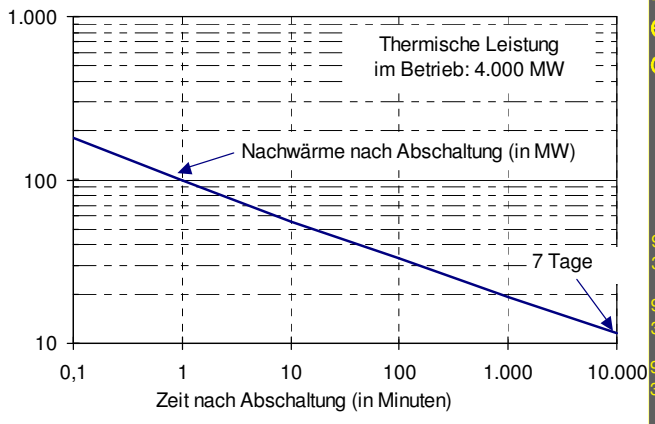
In DE sind die technischen Mittel für die Alarmierung „Weckeffekt“ der Bevölkerung kaum vorhanden. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens, das eine Projektgruppe unter Beteiligung der Schutzkommission begleitet hatte, waren die Möglichkeiten zum Ersatz der Sirenen erarbeitet worden (Zivilschutzforschung NF Bd. 45, 2001). In einem Feldversuch war die Nutzung des Senders DCF 77 zur Steuerung der Funkuhren erprobt worden; die Warnung über die Mobiltelefone ist technisch einfach und erlaubt sogar kleinräumige Warnungen, ist aber organisatorisch noch nicht gelöst (Auflage für die Netzbetreiber).

Zudem wird die jap. Bevölkerung gut informiert und auf den Notfall vorbereitet, Beispiele Bebensimulation, Hinweise auf Toilettenpapier:

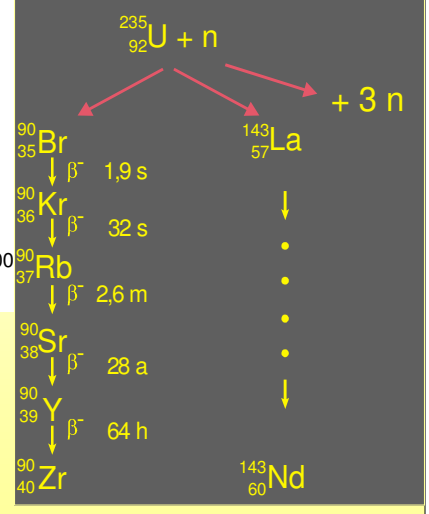
Liste von hilfreichem Material, bei den letzten beiden großen Erdbeben (Kobe und Niigata) bewährt:

- **Taschenlampe**
- **Radio, Batterien**
- **Mobiltelefon**
- **Getränkeflaschen**
- **Lebensmittel**
- **Arbeitshandschuhe**
- **usw.**

Probleme in KKW: Nachwärme



Beispiel für den Verlauf einer Kernspaltung und der anschließenden Zerfälle:



Bei fehlender Nachkühlung: Überhitzung, Schmelzen der Brennstäbe, Bildung von Wasserstoff, „Kernschmelze“

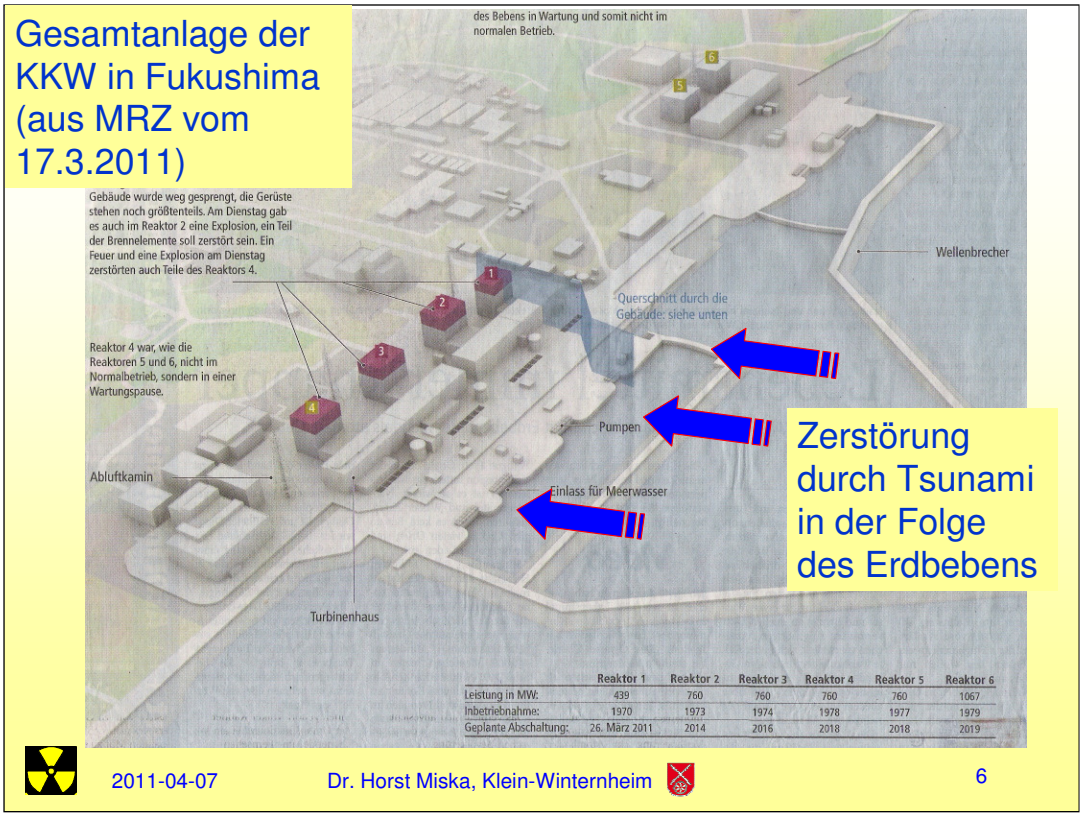
TMI !

2011-04-07 Dr. Horst Miska, Klein-Winternheim 5

Selbst wenn ein Reaktor abgeschaltet ist, wird durch den folgenden Zerfall der Spaltprodukte noch „Nachzerfallswärme“ produziert, die abgeführt werden muss, um ein Schmelzen der Brennelemente zu vermeiden.

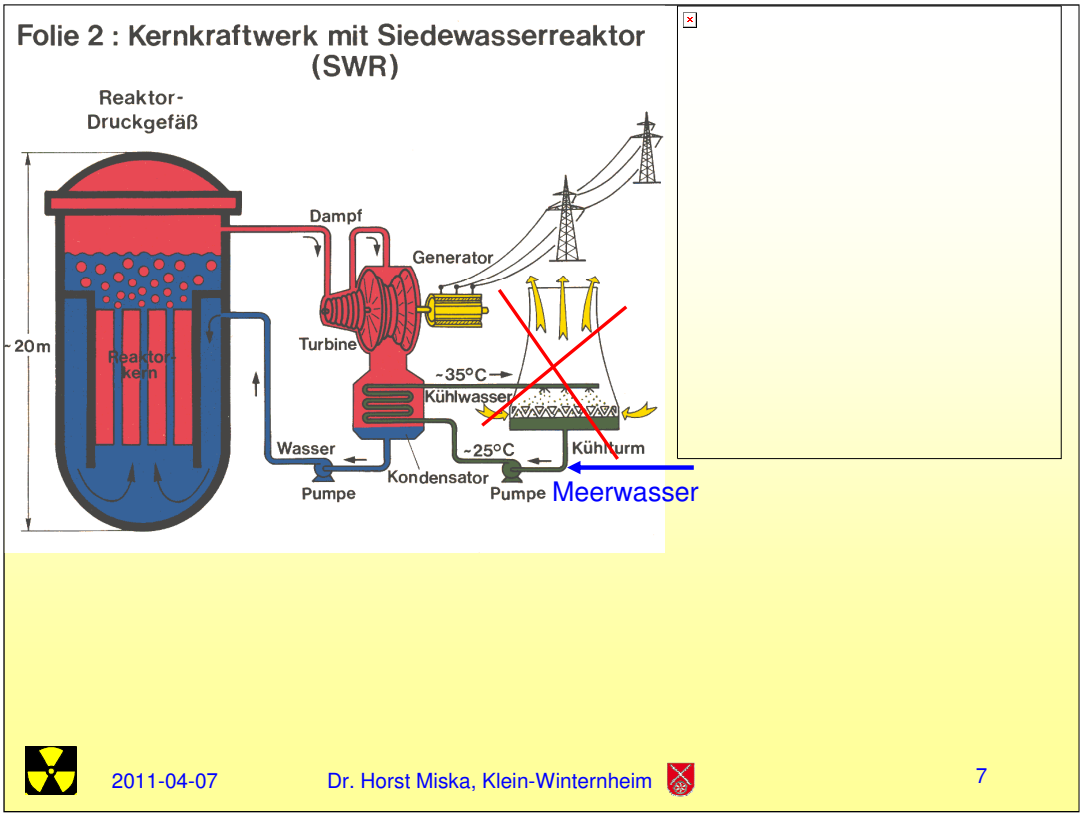
Die Graphik verdeutlicht, dass selbst nach einer Woche die Wärme-Leistung noch über 10 MW (soviel wie 10.000 eingeschaltete Tauchsieder produzieren) beträgt.

Wenn diese Wärme nicht abgeführt wird, kommt es zur Kernschmelze. Dies erfolgte erstmals im TMI-Reaktor bei Harrisburg (USA), als die Brennelemente fast zur Hälfte schmolzen. Gleichwohl betrug die maximale Dosis außerhalb der Anlage damals nur 0,8 mSv, da das Containment nicht versagte. Auch damals hatte die Gefahr einer Wasserstoffexplosion bestanden. Aus dieser Erfahrung heraus wurden dann in alle Reaktoren Katalysatoren eingebaut, die den Wasserstoff rekombinieren sollen. Warum diese in Fukushima (zwei je Reaktor) versagt haben, ist nicht bekannt.

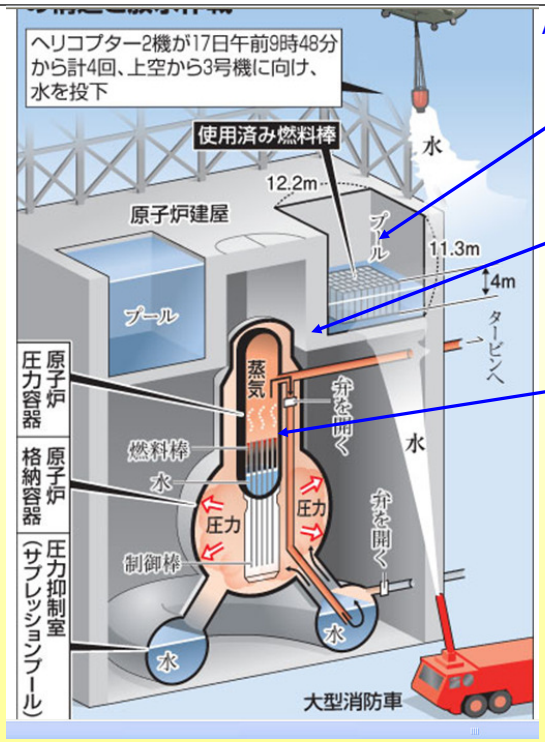


Nach der automatischen Abschaltung in Folge des Erdbebens soll die Notkühlung und Notstromversorgung zunächst funktioniert haben, bis die Dieselgeneratoren von dem Tsunami überflutet wurden.

Auch die Verwüstung der Umgebung der Anlage, die Verlegung der Wasseransaugstellen mit Trümmern und Schlamm und der Verlust der externen Stromversorgung haben die Situation verschärft.



Bei einem Siedewasserreaktor (BWR) entsteht der Dampf zum Antrieb der Turbine, die wiederum den Generator zur Stromerzeugung triebt, im Reaktordruckbehälter. Der Dampf wird in einem Kondensator, der in Japan durch Meerwasser gekühlt wird, wieder zu Wasser kondensiert und in den Druckbehälter zurück gepumpt (geschlossener Kreislauf).



Aus: Asahi Shimbun

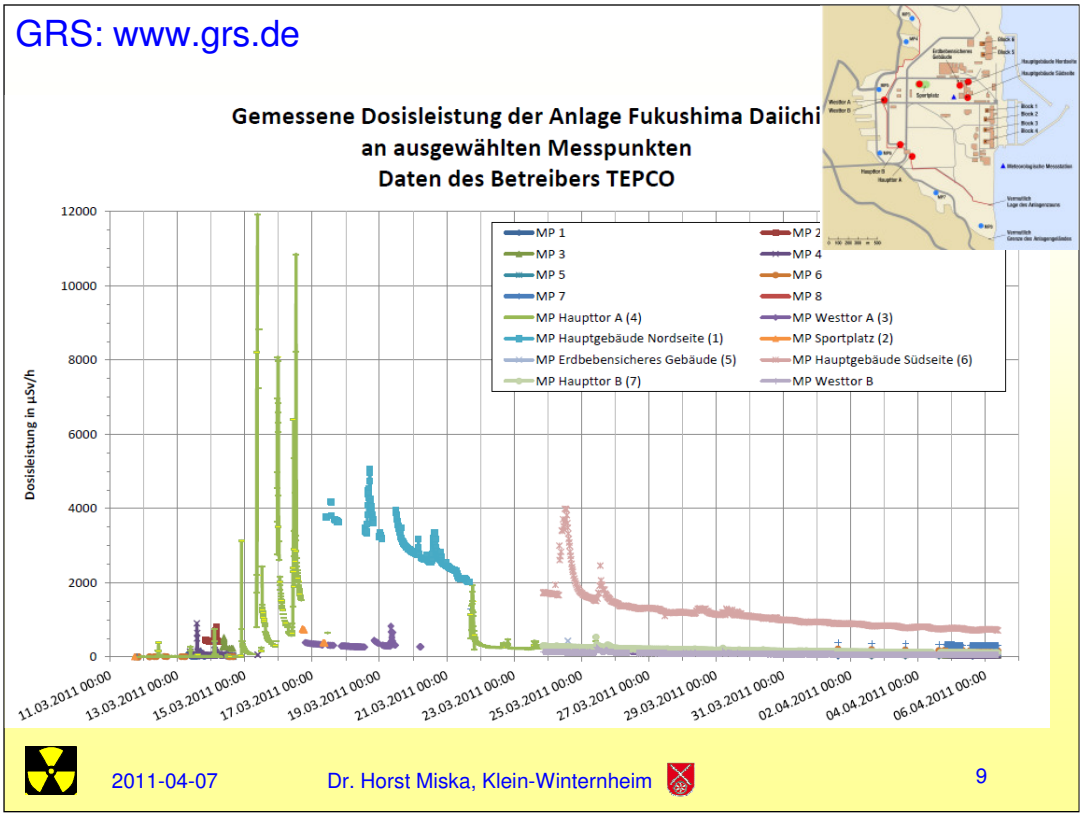
Abklingbecken

„Containment“

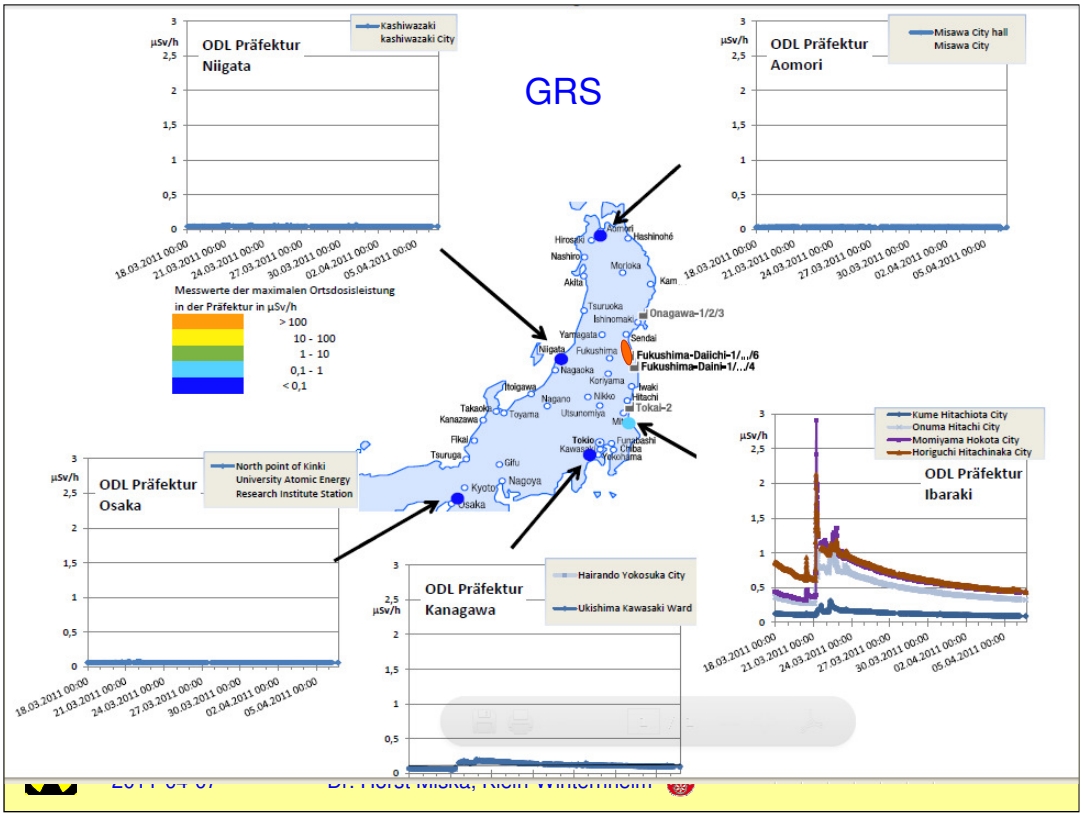
Reaktordruckbehälter

Hersteller: GE / Toshiba

Abgebrannte Brennelemente müssen noch ein paar Jahre gekühlt werden. Dazu dient ein Abklingbecken, das sich bei den Fukushima-Reaktoren oberhalb der Reaktordruckbehälters befindet und ein Umladen der Brennelemente bei der Wartung erleichtert, beim Unfall jedoch zu Komplikationen geführt hat.



Gemessene Dosisleistung an verschiedenen Messpunkten am Betriebsgelände. Die Spitzen Mitte März gehen auf massive Freisetzungen bei den Explosionen zurück (Strahlung aus den entstandenen Wolken). Die später abklingenden Werte spiegeln den Zerfall der am Boden abgelagerten Radionuklide wider.



Dosisleistung an verschiedenen Messpunkten der jap. Hauptinsel Honshu. Die drei westlichen Messpunkte zeigen die normalen Werte (etwa 0,1 µSv/h durch natürliche Untergrundstrahlung), der Wert für die Tokyo - Umgebung zeigte eine leichte Erhöhung gegen Ende März, ist aber inzwischen fast wieder auf Normalwert abgefallen.

In der Umgebung der Kraftwerke sind sowohl die Erhöhung durch die Wolkenstrahlung als auch durch am Boden abgelagerte Radionuklide sichtbar.

IAEA: www.iaea.org Messtrupps 5.4., 16 – 40 km v. Fukushima

- Dosisleistung 0.3 to 31 µSv/h (normal: 0,1 µSv/h)
- Bodenkontamination 0,01 to 3,2 MBq/m^2
  Vergleich: Tschernobyl-Ablagerung in Bayern: ca. 0,2 MBq/m^2, daraus folgende Lebenszeitdosis: ca. 1,2 mSv

- **Nuclear and Industrial Safety Agency's report**:
  - 106,095 people in Fukushima
  - 102 above 100,000 counts per minute (cpm)
  - Levels decreased after removal of clothes
  - No cases that may influence health
- Among workers at Fukushima NPP:
  - 20 workers exceeded 100mSv
  - (Dose limit for emergency workers in life saving operation: 250 mSv)

Stand: 29.3.
Bei „norm." Detektor:
≤ 0,4 kBq/cm^2,
≤ 10 mSv Hautdosis,
≤ 0,2 mSv eff. Dosis

11

Die von der IAEA (einer Unterorganisation der UN) veröffentlichten Werte für Dosisleistung und Kontamination, von deren Messtrupp ermittelt.

Die weiteren Ergebnisse (blauer Kasten) stammen von der japanischen Aufsichtsbehörde NISA.

Arbeiten in diesen Ruinen extrem gefährlich: Einsturzgefahr, Dunkelheit, Hitze, Eile wg. Strahlung, aber:

Dosisgrenzwert auf 250 mSv festgelegt (von 100 mSv):
Nach ICRP erhöhen 1.000 mSv das Krebsrisiko um 4,1%,
also 250 mSv um 1 %-Punkt von etwa 25 % auf 26 %!

2011-04-07 Dr. Horst Miska, Klein-Winternheim 12

Die Gefährdung der Einsatzkräfte und Techniker durch konventionelle Gefahren wird vielfach nicht erkannt; das Strahlenrisiko ist kalkulierbar und wird durch die Dosisbegrenzung eingeschränkt. „Alarmdosimeter“, die alle tragen sollen, fordern rechtzeitig zum Rückzug auf, bevor der Dosisrichtwert von 250 mSv überschritten wird.

Ergänzung am 13.4. zu bisherigen Opfern:

2 Tote Arbeiter auf dem Gelände durch den Tsunami

1 Toter Arbeiter durch einen Kranunfall bei den Sicherungsmaßnahmen

? Verletzte bei den Sicherungsmaßnahmen ?

21 Arbeiter/Einsatzkräfte mit Dosen zwischen 100 mSv und 250 mSv.

Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima Nr. 1 (Daiichi) am 06. April 2011 um 11:00 Uhr (MESZ)

Block	I	II	III	IV	V	VI
INES-Bewertung	5	5	5	3	k.A.	k.A.
Zustand Kern und Brennstäbe (Brennelemente im Kern)	beschädigt (400)	beschädigt (548)	beschädigt (548)	keine Brennstäbe im Kern	unbeschädigt (548)	unbeschädigt (764)
Zustand Sicherheitsbehälter	vermutlich unbeschädigt	Schäden und Leckage vermutet	vermutlich unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Reaktorkühlsystem 1, Wechselstrom, Einspeisung Großmengen Frischwassers	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig	funktionsfähig
Reaktorkühlsystem 2, Wechselstrom, Wärmetauscher	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig („cold shutdown")	funktionsfähig („cold shutdown")
Reaktorgebäudezustand	schwer beschädigt, (Wasserstoffexplosion)	leicht beschädigt	schwer beschädigt, (Wasserstoffexplosion)	schwer beschädigt (Wasserstoffexplosion)	Lüftungsloch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion	
Wasserstand im Reaktordruckbehälter	Brennstäbe teilweise oder ganz freiliegend	Brennstäbe teilweise oder ganz freiliegend	Brennstäbe teilweise oder ganz freiliegend	sicher	sicher	sicher
Druck / Temperatur im Reaktordruckbehälter	schrittweise steigend / leicht gesunken nach Anstieg über 400°C am 24.03.	unbekannt / stabil	unbekannt	sicher	sicher	sicher
Druck im Sicherheitsbehälter (Containment)	leicht gesunken nach Anstieg auf 0,4 MPa am 24.03	stabil	stabil	sicher	sicher	sicher
Wassereinspeisung in Reaktorkern	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Wassereinspeisung in Sicherheitsbehälter	(Bestätigung steht aus)	noch zu entscheiden (Meerwasser)	(Bestätigung steht aus)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Druckentlastung Containment	zeitweise gestoppt	zeitweise gestoppt	zeitweise gestoppt	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Zustand der Brennelemente im Abklingbecken (Zahl der BE)	unbekannt (292)	unbekannt (587)	Schaden vermutet (514)	evtl. beschädigt (1331)	unbeschädigt (946)	unbeschädigt (876)
Kühlung des Abklingbeckens	Wasserbesprühung hat begonnen (Süßwasser)	Wassereinspeisung wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)	Wasserbesprühung und -einspeisung fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser)	Wasserbesprühung und -ein-speisung fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Süßwasser), Wasserstoffexplosion am 15.03.	Kühlung des Abklingbeckens wieder hergestellt	Kühlung des Abklingbeckens wieder hergestellt
Betretungs- und Funktions-fähigkeit Hauptkontrollraum	gering wegen Stromausfalls (Beleuchtung funktioniert im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2)		gering wegen Stromausfalls (Beleuchtung funktioniert im Kontrollraum von Block 3 und 4)		unbeschädigt (geschätzt)	
Umweltauswirkungen	• Status auf der Anlage Fukushima-Daiichi: Strahlungswerte: 0,71 mSv/h an der Südseite des Verwaltungsgebäudes, 110 µ Sv/h am Haupttor, 52 µ Sv/h am Westtor am 06.04. um 09:00 Uhr (Ortszeit): Am 27.03.2011 wurden Strahlungswerte über 1000 mSv an der Oberfläche von Wasser in einem Tunnel zur Verlegung von Rohrleitungen außerhalb des Turbinengebäudes von Block 2 gemessen. Am 28.03. wurde Plutonium im Boden des KKW Fukushima Daiichi gemessen. Die Menge ist so gering, dass von dem Plutonium keine Gefahr für den menschlichen Körper ausgeht. Meerwasserproben vom Küstenwasser in der Umgebung der Anlage mit Nachweisen radioaktiver Stoffe oberhalb regulärer Grenzwerte werden seit dem 21.03.2011 gefunden. In Seewasserproben, die in der Nähe der Wassereinspeisung für Block 2 genommen wurden, wurde am 05.04 wurde der Grenzwert für radioaktives Jod – 131 um das 7,5 millionenfache überschritten. Am 2. April wurde in einem Kabelschacht hoch radioaktives Wasser entdeckt (über 1000 mSv/h), das durch Risse in der Betonwand ins Meer fließt. Am 06.04. ist bestätigt worden, dass das Austreten von Wasser gestoppt worden ist. Mit der Einleitungen mehrere 10000 t schwach radioaktiven Wassers ins Meer wurde am 4.4. begonnen, um Platz für hoch radioaktives Wasser zu machen, Verzehr von Meeresfrüchten aus dieser Region würde 25% der normalen jährlichen Strahlendosis ausmachen (laut TEPCO). • Einflüsse auf die Allgemeinheit: Radionuklide wurden in der Milch sowie in anderen landwirtschaftlichen Produkten aus Fukushima und den Nachbarpräfekturen gemessen. Die Regierung hat die Begrenzung von Vertrieb (21.03.) und Konsum (23.03.) bestimmter Produkte einiger Gebiete verfügt. In einigen Präfekturen wurde radioaktives Jod oberhalb der vorläufigen gesetzlichen Grenzwerte im Leitungswasser vom 21.-27.03. gemessen. Proben aus kleineren Fischen, die an der Küste von Ibaraki gefangen worden, enthalten radioaktives Cäsium über dem Grenzwert (04.04.).					

Lage derzeit stabil, aber Kühlung muss weiter sichergestellt werden!

2011-04-07 Dr. Horst Miska, Klein-Winternheim 13

Details der Tabelle so nicht lesbar, wird regelmäßig bei http://fukushima.grs.de/ aktualisiert!

ZDF 25.3.11:
„Verbrennungen an den Füßen . . “

IAEA: “three workers were exposed on 24 March to elevated levels of radiation. For two of the three workers, significant skin contamination over their legs was confirmed . . . . the level of local exposure to the workers‘ legs was estimated between 2 and 6 Sv.
While the patients did not require medical treatment, doctors decided to keep them in hospital and monitor their progress over coming days.”

Dieser Vorfall war darauf zurückzuführen, dass zwei der drei Arbeiter Schuhe statt Stiefel trugen und in kontaminiertes Wasser traten. Dadurch erhielten sie geschätzte Hautdosen an den Füßen und Unterschenkeln von 2 bis 6 Sv. Damit wurde die Schwellendosis für erste Hautschäden (Hautrötungen ähnlich Sonnenbrand ab 3 bis 6 Sv) überschritten; es wurden jedoch keine Effekte beobachtet und die Arbeiter nach einigen Tagen der Beobachtung aus der Klink entlassen.

Das Foto rechts unten hat m. E. nichts mit diesem Vorfall zu tun, sondern zeigt evtl. eine akute Verbrennung am Arm ???

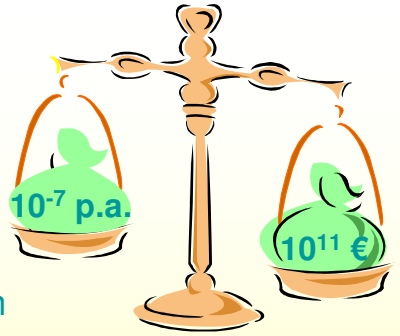
Persönliche Anmerkung:

- In allen drei Blöcken 1 – 3 wurden Brennelemente überhitzt und dadurch geschädigt. Ob man dies nun „ (partielle) Kernschmelze“ nennt oder nicht, ändert nichts an dem schlimmen Unfall.
- Die großen Ausmaße wurden auch durch das schlechte „Accident Management“ des Betreibers verursacht, teilweise durch totalen Zusammenbruch der Infrastruktur erklärbar.
- Leider wurden die vielen Toten, Vermissten und Obdachlosen durch den Tsunami in den deutschen Medien kaum noch beachtet!

- Beantwortung von Fragen gern nach der nächsten Folie!

Japan ist zwar eine reiche Industrienation, doch diese Katastrophe kann in vielen Bereichen die Selbsthilfemöglichkeiten übersteigen. Daher sind z. B. Benefizveranstaltungen, um Mittel für besonders Betroffene zu erhalten, zu begrüßen. Der Tsunami hat viele Kinder zu Waisen gemacht, da sie, dem Training folgend, sich auf Hügeln in Sicherheit gebracht haben, was Ältere nicht immer geschafft haben. Daher sind insbesondere Waisenhäuser für Unterstützung, wie sie z. B. aus unserer Rheinhessischen Gemeinde geleistet wurde, dankbar.

Nachdenken in DE:



- Wie viel ergibt „0 mal Unendlich“?
- Oder: Welche Investitionen sind für sehr seltene Ereignisse, aber mit hohen Folgeschäden, gerechtfertigt ???
- Risiko = Wahrscheinlichkeit × Schaden

  $R \approx 0 \times \infty$?
- 10^4 € p. a. gerechtfertigt zur Einsatzvorbereitung (oder zu wenig?)
- Oder: Welche, auch noch so unwahrscheinliche Ereignisse muss man berücksichtigen?
- Es reicht nicht aus, wie Ingenieure dies häufig tun, den Bedarf auszurechnen, z. B. für Notkühlwasser, und dann einfach einen „Sicherheitsfaktor“ von zwei oder drei draufzuschlagen!
- Mit „Fantasie“ ist zu erfassen, was noch alles passieren könnte, und entsprechende Maßnahmen sind vorzubereiten.

Schon fast eine philosophische Frage, die evtl. von der Ethikkommission zu behandeln wäre. Und auch der neue „Stresstest der Kernkraftwerke“ kann die Sicherheit nur besser überprüfen und gegebenenfalls erhöhen, wenn nach neuen Kriterien geprüft wird und das bisher Undenkbare in Betracht gezogen wird.