



KIT  
Karlsruhe Institute of Technology

## Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Bad Honnef, 05. Mai 2011


Dr.-Ing. Joachim U. Knebel, Chief Science Officer Bereich 4



KIT - Universität des Landes Baden-Württemberg und  
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

www.kit.edu

### Copyright



KIT  
Karlsruhe Institute of Technology

## Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Dr.-Ing. Joachim Knebel, CSO-4, KIT

**Nachdruck und Verbreitung dieses Beitrags  
zum DFG-AKE vom 5.5.2011 in Bad Honnef  
ist nur nach schriftlicher Zustimmung des Karlsruher Instituts  
für Technologie (KIT) und unter Nennung des Autors erlaubt.  
Es wird gebeten, eine Kopie des Nachdruck an den Autor zu  
senden.**

**Es gilt das gesprochene Wort.**

2 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den  
Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Inhalt

- Datenlage und Öffentlichkeitsarbeit
- Erdbeben und Folgen
- Siedewasserreaktoren „Fukushima I“
- Prinzipieller Ablauf eines Kernschmelzunfalls
- Zeitlicher Ablauf des Unfalls im KKW Fukushima I – Block 1 (Block 2 und 3 ähnlicher Ablauf)
- Zustand der BE-Lagerbecken (Block 3 und 4)
- Schadensbild und Fernhantiertechnik
- Abschätzung der radiologischen Folgen
- Zusammenfassung



Enge Kooperation und Abstimmung mit:



3 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Datenlage und Öffentlichkeitsarbeit



**Katastrophe in Japan –  
Folgen für Nuklearanlagen**  
Expertengruppen des KIT  
bewerten die Vorgänge in  
Fukushima. Info-Seite wird  
zeitnah aktualisiert.

[► Mehr](#)

4 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Informations-Grundlagen (Auswahl)



- Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS)  
<http://fukushima.grs.de>
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT)  
<http://www.mext.go.jp/english/>
- Japan Atomic Industrial Forum (JAIF)  
<http://www.jaif.or.jp/english/>
- Tokyo Electric Power Company (TEPCO)  
<http://www.tepco.co.jp/en/index-e.html>
- US DOE  
<http://www.energy.gov/>
- ANS Nuclear News  
<http://www.new.ans.org/pubs/magazines/nn/>
- International Environment and Disaster Management (IEDM)  
[http://www.iedm.ges.kyoto-u.ac.jp/top\\_e.htm](http://www.iedm.ges.kyoto-u.ac.jp/top_e.htm)
- International Atomic Energy Agency (IAEA)  
<http://www.iaea.org>
- Medien

## Aktivitäten zu Fukushima Japan am KIT



- Montag 14.3.:  
Einrichtung von Arbeitsgruppen am KIT
- Dienstag 15.3.:  
PM von BMBF, HGF und KIT zu AGs.



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

### Presse- mitteilung

Unter Federführung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) wurden sechs wissenschaftliche Arbeitsgruppen gegründet. Die Mitglieder erarbeiten zurzeit die in Deutschland vorhandene Expertise der Wissenschaft für die Beurteilung der aktuellen Lage sowie die weiteren Entwicklungen zum Reaktorunfall in Fukushima. Zu den Themenfeldern zählen unter anderem Berechnungen über die Ausbreitung der Radioaktivität, Hilfsmöglichkeiten bei Strahlenschäden, eine umfassende Bewertung der Folgen des Reaktorunfalls, sowie ein Vergleich deutscher und japanischer Reaktoren.

#### Ansprechpartner in den Zentren sind:

Monika Landgraf, Karlsruher Institut für Technologie, Presse, Kommunikation und Marketing, Pressesprecherin, Postfach 6980, 76049 Karlsruhe, Tel: +49 721 608-47414, E-Mail: [pressestelle@kit.edu](mailto:pressestelle@kit.edu)



Presseinformation  
Nr. 840 (P) 15.05.2011

### Erdbeben/Tsunami in Japan – Folgen für die nuklearen Anlagen in Fukushima

KIT richtet Arbeitsgruppen zur Bewertung der Vorgänge ein

Das Karlsruher Institut für Technologie hat federführend für die Helmholtz-Gemeinschaft unter Einbindung des Kompetenzverbundes Kerntechnik sechs Arbeitsgruppen eingerichtet, die sich mit den Auswirkungen der Naturkatastrophen in Japan auf die Kernkraftwerke am Standort Fukushima beschäftigen. Ziel ist die Zusammenfassung der wissenschaftlichen Expertisen, um wesentliche Fragen zu den aktuellen Ereignissen in den japanischen Kernkraftwerken beantworten zu können. Außerdem sollen Rückschlüsse auf deutsche kerntechnische Anlagen gezogen werden.

Monika Landgraf  
Pressesprecherin  
  
Königsplatz 12  
76131 Karlsruhe  
Tel: +49 721 608-47414  
Fax: +49 721 608-43058

#### Weiterer Kontakt:

Ingo Arnold  
Presse, Kommunikation und  
Marketing  
Tel: +49 721 608-22881  
Fax: +49 721 608-25000  
E-Mail: [ing.arnold@kit.edu](mailto:ing.arnold@kit.edu)

Die Arbeitsgruppen beschäftigen sich mit folgenden Themen:

1. Zustandsgrad der einzelnen Reaktor-Komponenten
2. Berechnung des Stoffabflusses und der Energieerzeugung im Reaktor; Prognose der weiteren möglichen Unfallentwicklung
3. Auswirkungen der Wasserstoffexplosionen auf Anlagenkomponenten und Identifizierung von kritischen Randbedingungen für weitere Wasserstoffreaktionen
4. Radioaktive Emissionen und Ausbreitungsberechnungen für verschiedene Szenarien und Umgebungsbedingungen
5. Auswirkungen von radioaktiven Freisetzungen auf die betroffenen Menschen
6. Vergleich der Sicherheitsaspekte deutscher und japanischer Siedewasser-Reaktoren

Das KIT hat langjährige Erfahrungen bei der experimentellen Untersuchung und Berechnung von schweren Störfällen in kerntechnischen Anlagen. Außerdem hat das KIT Rechenmodelle entwickelt, mit denen die Ausbreitung von radioaktiven Stoffen berechnet werden können und die bereits erfolgreich im Einsatz sind.

## Arbeitsgruppen am KIT & in Helmholtz (AGs)



### Zielsetzung:

- Zusammenfassung der wissenschaftlichen Expertise in D (HGF, KVKT)
- Wissenschaftliche Aufarbeitung der Auswirkungen der Naturkatastrophen in Japan auf die Kernkraftwerke am Standort Fukushima
- Formulierung von Rückschlüssen auf deutsche kerntechnische Anlagen
- Information der Ministerien, Öffentlichkeit, Medien

### Titel der Arbeitsgruppen:

- AG1: Zerstörungsgrad der einzelnen Reaktorkomponenten
- AG2: Berechnung des Störfallablaufes und der Energiefreisetzung im Reaktorkern; Prognose der weiteren möglichen Unfallentwicklung
- AG3: Auswirkungen der Wasserstoffexplosionen auf Anlagenkomponenten und Identifizierung von kritischen Randbedingungen für weitere Wasserstoffexplosionen
- AG4: Radioaktive Emissionen und Ausbreitungsrechnungen für verschiedene Störfall- und Unfallszenarien
- AG5: Auswirkungen von radioaktiven Freisetzungen auf den Menschen
- AG6: Vergleich der Sicherheitsaspekte deutscher und japanischer SWR

## Aktivitäten zu Fukushima Japan am KIT

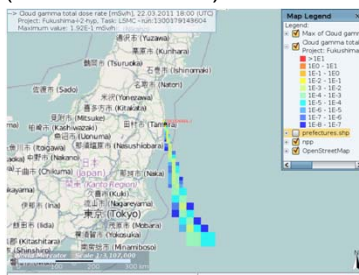


- Mittwoch 16.3.:  
Erste Hintergrund-Informationen auf KIT-Homepage zu 'Japan'  
<http://www.kit.edu/besuchen/6042.php>
- Bisher 27 wiss.-techn. Informationen sowie tägliche Updates der Dosisabschätzung für potentielle Freisetzungen aus Fukushima I (aktuell bei Nr. 51)



**Katastrophe in Japan – Folgen für Nuklearanlagen**  
Expertengruppen des KIT bewerten die Vorgänge in Fukushima. Info-Seite wird zeitnah aktualisiert.

► Mehr



## Helmholtz-Berichterstattung in den Medien im Zusammenhang mit Fukushima



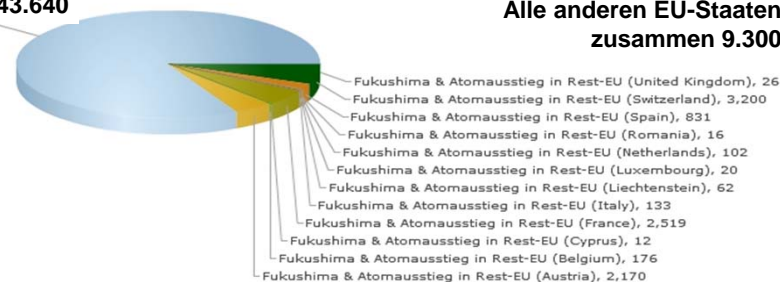
- Bis zum 12.04.: über 300 protokollierte Anfragen
  - Über 150 Artikel in Printmedien, oftmals überregional (u.a. afp, dpa, dapd, Focus, Berliner Zeitung, FAZ, Welt, Zeit, Bild, Tagesspiegel, VDI-Nachrichten, Sächsische Zeitung, Leipziger Volkszeitung, Dresdner Neueste Nachrichten, Westdeutsche Allgemeine Zeitung) ,
  - Über 50 Fernseh-Beiträge (u.a. NTV, N24, ZDF, ZDF Tagesthemen, ARD, Phoenix, RTL, BR Alpha, DW-TV, SWR-BW,MDR, Quarks &Co, WDR)
  - Über 80 Radio-Beiträge (u.a. Deutschlandfunk, Deutsche Welle, SWR3, FFN, RPR1, Neue Welle, Radio1 RBB)
  - Über 270 Artikel in Online-Medien (u.a. Focus Online, Spiegel Online, *Nature Online*, Wallstreet Online, Stern.de, IDW, Berliner Zeitung, Spektrum der Wissenschaft, Wirtschaftswoche, Handelsblatt, FAZ, Bild online, NZZ, Zeit online, Welt online, dpa, dapd)

## Presseartikel „nach Fukushima“: Stand 14.04.2011



Deutschland  
43.640

Alle anderen EU-Staaten  
zusammen 9.300



Quelle: U. Gräber AREVA, SMM 13.4.2011

## Erdbeben und Folgen



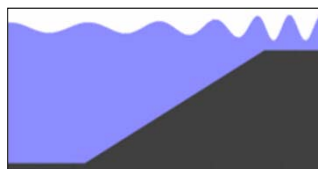
Tsunami: Holzschnitt des japanischen Künstlers Hokusai (18. und frühes 19. Jahrhundert)

Quelle:

<http://www.planeterde.de/Members/redaktion/GeoUnion/sandspiele/tsunami/view>

## Zeitlicher Ablauf des Bebens


- 14:46:23 Herdzeit des Tohoku Bebens
- 14:46:32 (8.6 Sekunden später) Erdbeben Frühwarnung
- 14:49 Tsunamiwarnung für die Küste Honshus  
„tsu“ (津) = Hafen & „nami“ (波) = Welle
- 14:51 Beobachtung extremer Bodenbewegung
- 14:55 Tsunamiwarnung des Pacific Tsunami Warning Center
- 15:15 die maximale Tsunamihöhe erreicht die ersten Küstenorte Japans



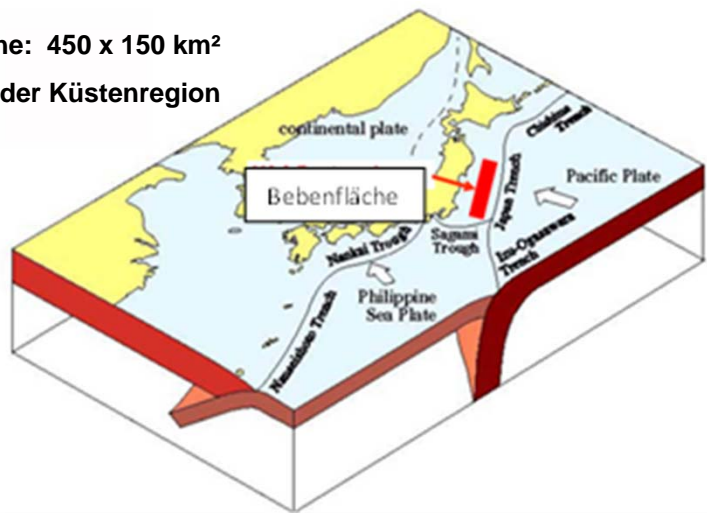
Quelle:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Tsunami>

### Plattentektonische Ursache




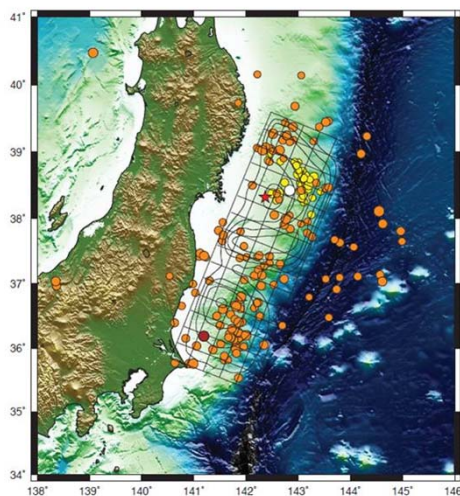
- **Bebenfläche: 450 x 150 km<sup>2</sup>**
- **Absenken der Küstenregion**



Quelle: [www.eqecat.com/images/catwatch](http://www.eqecat.com/images/catwatch)

13 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

### Das Beben

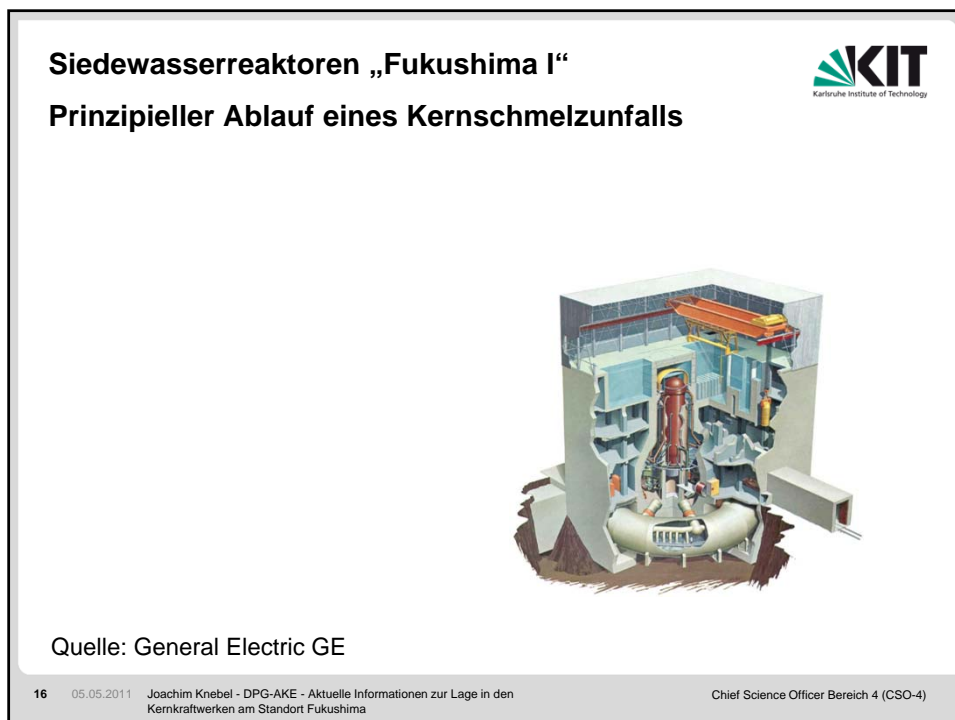
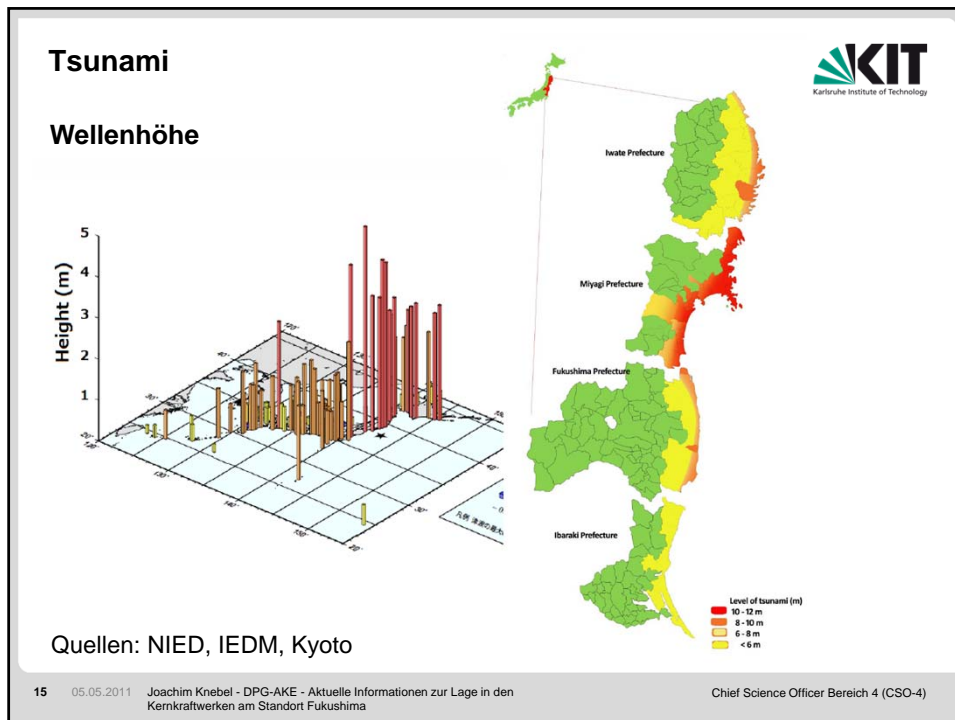
<b>Herdzeit:</b>	<b>14:46.23 (lokal)</b>
<b>Ort:</b>	<b>130 km östl. Sendai</b>
<b>Herdtiefe:</b>	<b>24 km</b>
<b>Magnitude:</b>	<b>9.0</b>
<b>Ausdehnung:</b>	<b>450 x 150 km<sup>2</sup></b>
<b>Typ:</b>	<b>Aufschiebung</b>
<b>Bruchdauer:</b>	<b>90 s</b>
<b>Versatz:</b>	<b>10 bis 20 m</b>

**Triggern des Tokai-Erdbebens?**

Quelle: USGS

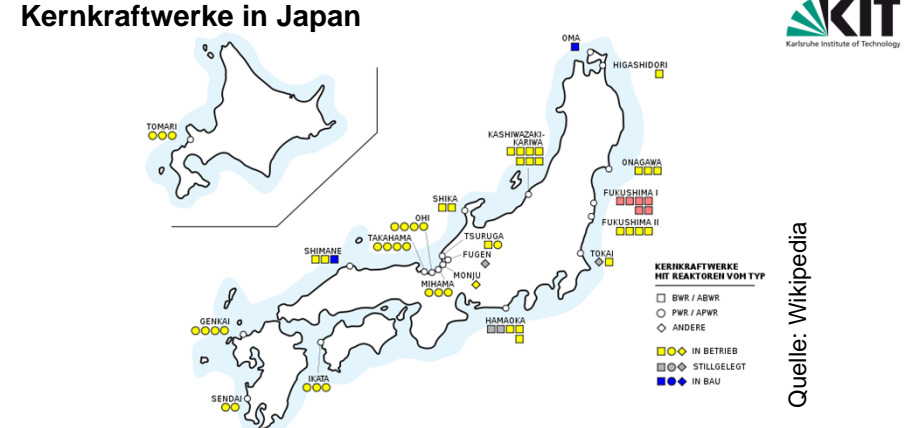
14 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)







### Kernkraftwerke in Japan

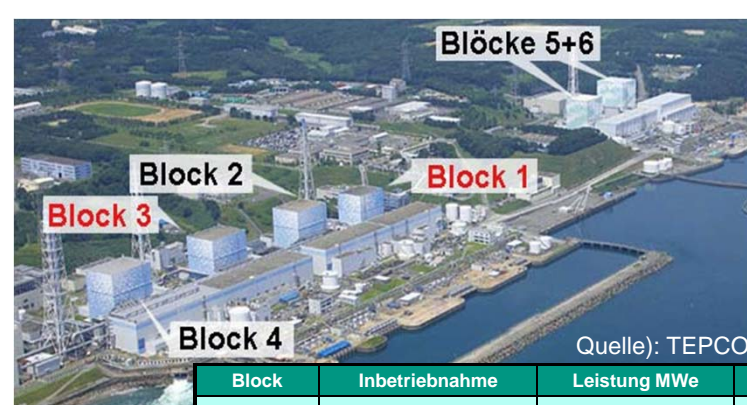


Quelle: Wikipedia

- Vor 11/03: 55 KKW in Betrieb (47GW) Leistung. 2 KKW in Bau, 12 in Planung.
- Langzeitprogramm der Regierung: Ausbau der Kapazität auf 70 GWel.
- Japan ist Mitglied im Generation IV International Forum (GIF).
- 11/03: Von Erdbeben und Tsunami betroffene KKW-Standorte:
  - Fukushima I (Daiichi)
  - Fukushima II (Daini), Onagawa, Tokai

17 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

### Die Siedewasserreaktoren „Fukushima I“



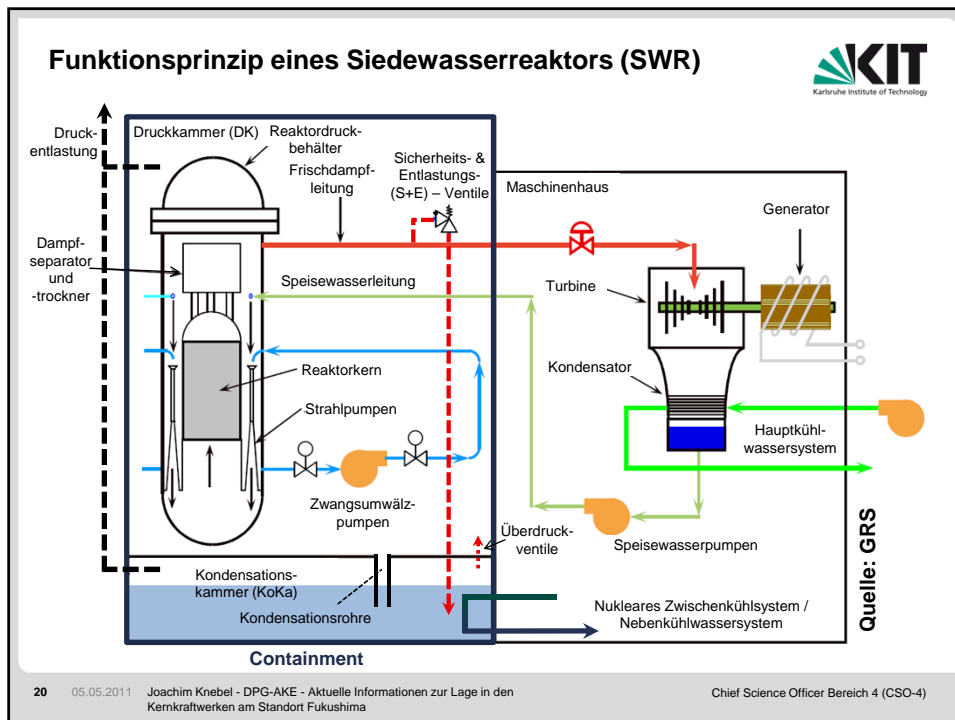
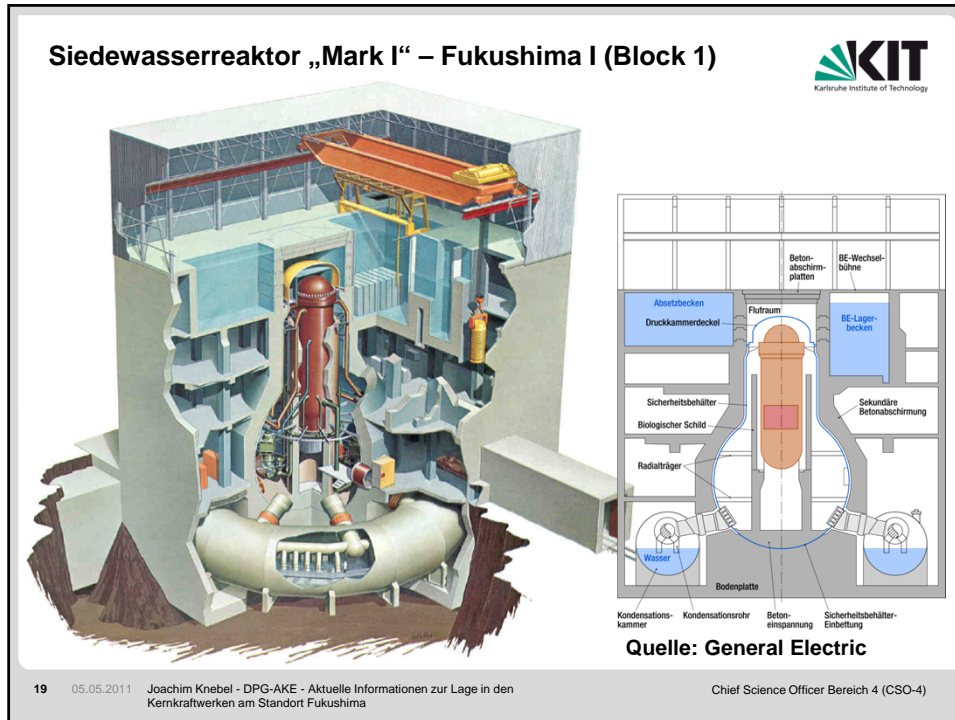
Betreiber der Anlagen: TEPCO

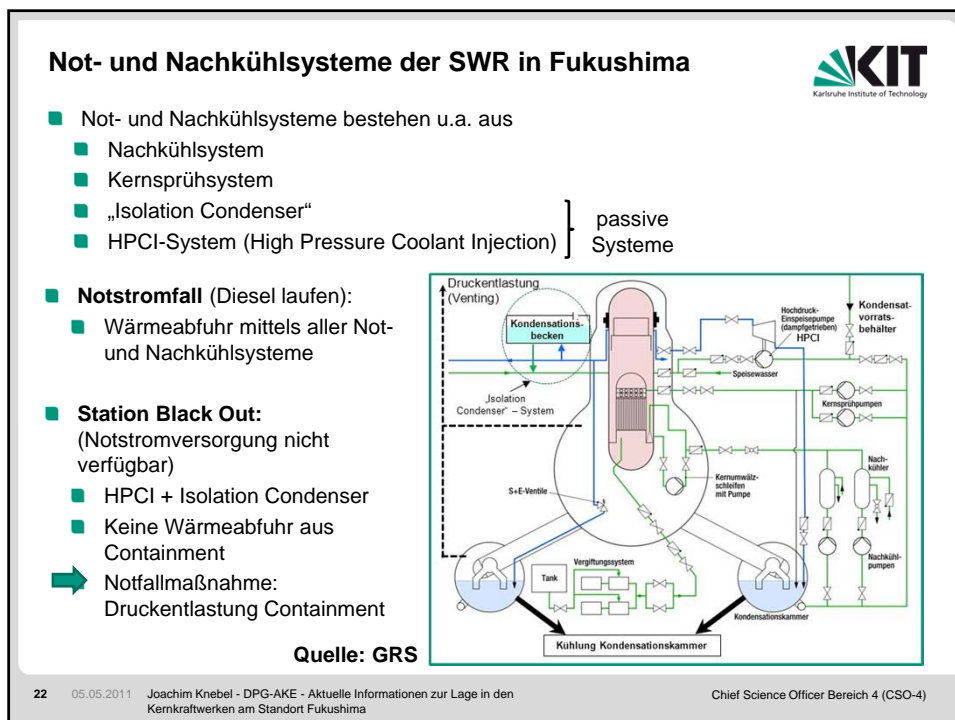
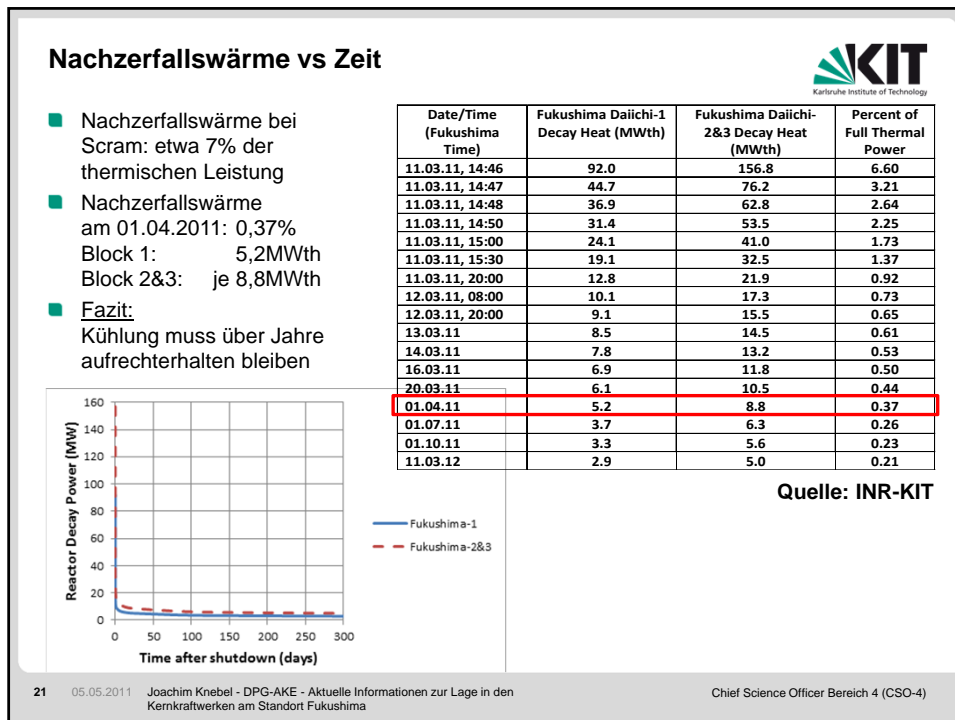
Quelle: TEPCO

Block	Inbetriebnahme	Leistung MWe	Hersteller
1	1971	460	GE
2	1974	784	Toshiba/GE
3	1976	784	Toshiba
4	1978	784	Hitachi
5	1978	784	Toshiba
6	1979	1100	Toshiba/GE

zum Zeitpunkt des Erdbebens in Revision

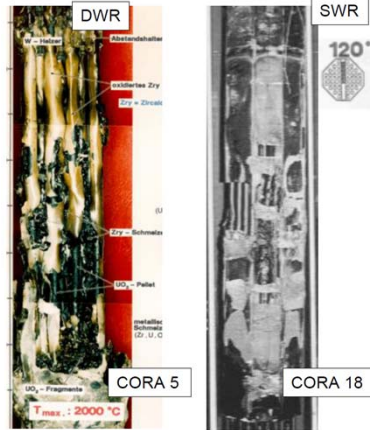
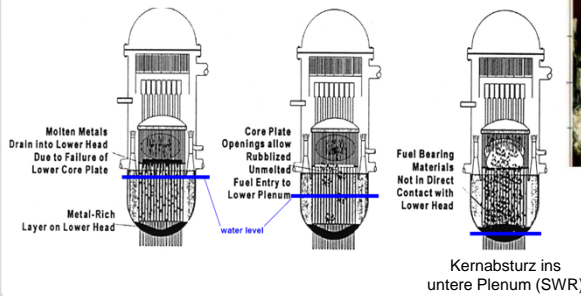
18 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)





## Prinzipieller Ablauf eines Kernschmelzunfalls

- Verlust an Kühlmittel
- Aufheizung der Brennstäbe
- Ab ca. 900 °C:  
Beginn der H<sub>2</sub>-Erzeugung durch **Zirkon-Oxidation**  
 $Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2H_2 + \text{Wärme}$
- Hüllrohrversagen: Freisetzung flüchtiger Radioisotope (Cäsium-137, Jod-131)
- Kernschmelze mit möglicher Verlagerung



Oxidation, Aufblähen und Bersten von Brennstäben  
(Quelle: CORA-Experimente am FZK)

23 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Zeitlicher Ablauf des Unfalls im KKW Fukushima I Block 1 (Block 2 und 3 ähnlicher Ablauf)




Quelle: www.n-tv.de (ap, dpa)

24 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

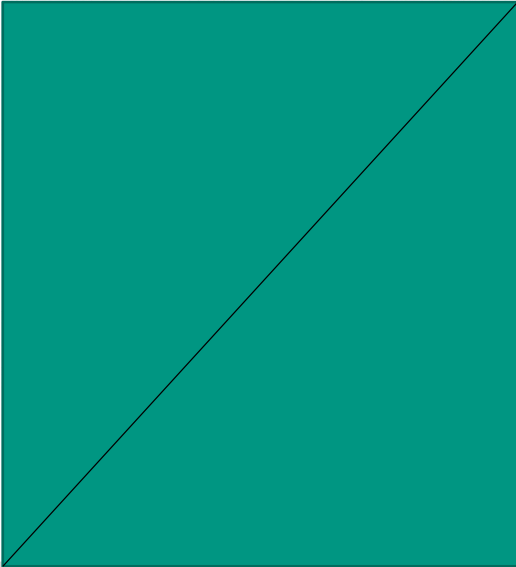
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Fukushima I (Block 1) – Unfallablauf (1)




**11.03.2011**

- **14:46 Uhr: Erdbeben**
  - Automatische Abschaltung  
⇒ **Nachzerfallswärme**
  - Netzausfall ⇒ Notstromfall  
⇒ Notstromdiesel starten
  - Druckentlastung in KoKa
  
- **15:42 Uhr: Tsunami**  
(Höhe = 14m > 2 x Auslegungswert)
  - Schädigung/Verstopfung Einlaufbauwerke  
⇒ **Ausfall Nebenkühlwasser**
  - Ausfall aller Notstromdiesel  
⇒ **Station Black out**
  - ⇒ **Ausfall aller elektrisch betriebenen Systeme**
  - ⇒ Spannungsversorgung nur noch über **Batterie** (etwa 8h)
  - ⇒ HPCI + Isolation Condenser
  
- **16:36 Uhr:**
  - **Ausfall HPCI**
  - später **Ausfall** Isolation Condenser




25 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Fukushima I (Block 1) – Unfallablauf (1)




**11.03.2011**

- **14:46 Uhr: Erdbeben**
  - Automatische Abschaltung  
⇒ **Nachzerfallswärme**
  - Netzausfall ⇒ Notstromfall  
⇒ Notstromdiesel starten
  - Druckentlastung in KoKa
  
- **15:42 Uhr: Tsunami**  
(Höhe = 14m > 2 x Auslegungswert)
  - Schädigung/Verstopfung Einlaufbauwerke  
⇒ **Ausfall Nebenkühlwasser**
  - Ausfall aller Notstromdiesel  
⇒ **Station Black out**
  - ⇒ **Ausfall aller elektrisch betriebenen Systeme**
  - ⇒ Spannungsversorgung nur noch über **Batterie** (etwa 8h)
  - ⇒ HPCI + Isolation Condenser
  
- **16:36 Uhr:**
  - **Ausfall HPCI**
  - später **Ausfall** Isolation Condenser



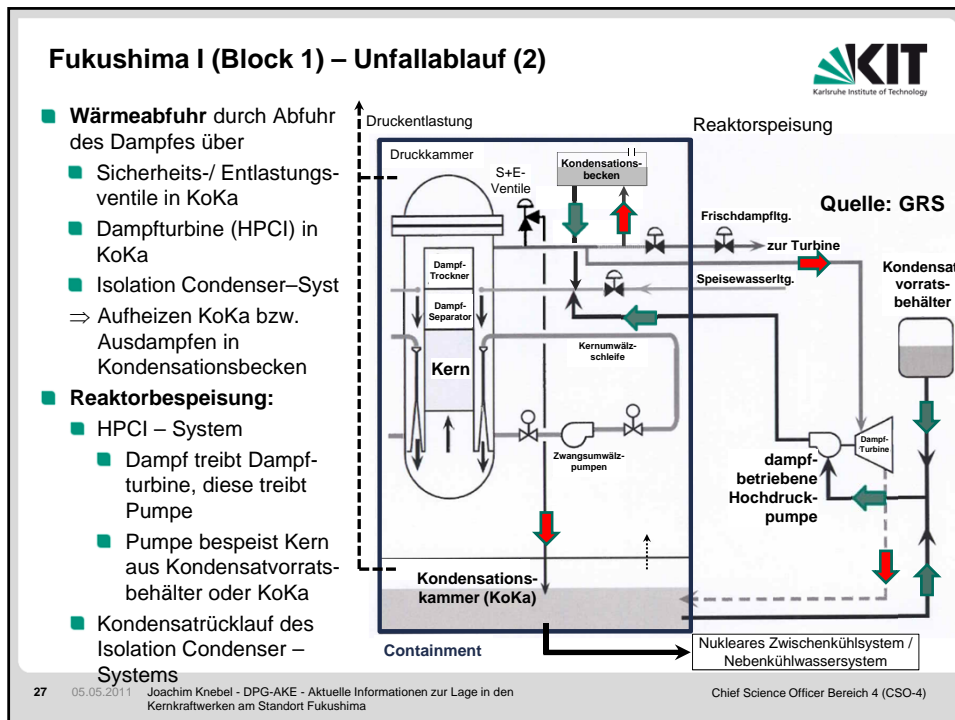
**Flutwelle beim Auftreffen auf Fukushima I.**

Quelle: [http://www.focus.de/panorama/videos/neues-tepco-video-aufnahmen-vom-11-maerz-zeigen-akw-fukushima-bei-tsunami-aufprall\\_vid\\_24249.html](http://www.focus.de/panorama/videos/neues-tepco-video-aufnahmen-vom-11-maerz-zeigen-akw-fukushima-bei-tsunami-aufprall_vid_24249.html)



26 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)






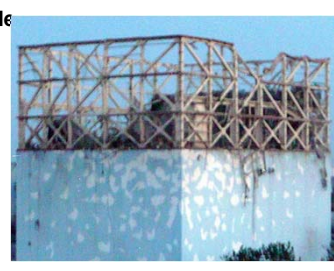
### Fukushima I (Block 1) – Unfallablauf (3)

**12.03.2011**

- **00:50 Uhr: Druckanstieg im Containment**
- **11:00 Uhr: Anhaltender Druckanstieg**
  - im Containment (> 2.1-facher Auslegungsdruck)
- **14:30 Uhr: Druckentlastung des Containments**
  - ins Reaktorgebäude oder in die Umgebung
  - deutlicher Anstieg der Aktivität in Umgebung
- **15:36 Uhr: Wasserstoff-Explosion im Reaktorgebäude**
  - H<sub>2</sub>-Bildung durch Brennstab-Oxidation (max. 300 – 600 kg H<sub>2</sub>)
  - Möglichkeiten H<sub>2</sub>-Freisetzung ins Reaktorgebäude
    - Druckentlastung
    - Leck etc.
  - Zündung: Knallgasexplosion => Zerstörung Reaktorgebäude
  - Containment selbst bleibt intakt
  - BE-Lagerbecken nach oben weitgehend offen!




Quelle: DPA von spiegel.de



28 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Fukushima I (Block 1) – Unfallablauf (4)



- **20:20 Uhr: Einspeisung über mobile, dieselbetriebene Pumpen**
  - Einspeisung Meerwasser und boriertes Wasser in den Reaktordruckbehälter
  - Evakuierungszone auf 20 km erweitert

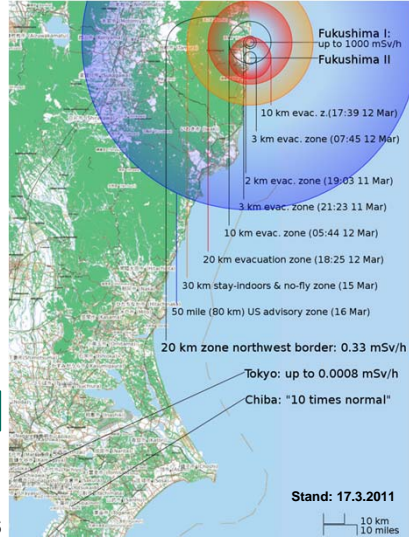
**15.03.2011**

- „Evakuierungszone“ auf 30 km erweitert
- Vermutlich 70 % der Brennelemente beschädigt (Schlussfolgerung aus Freisetzung von Cäsium und Jod)

**16.03.2011**

- RDB-Füllstand: Brennstäbe nur noch zu ~50% mit Wasser bedeckt
- RDB-Druck bleibt niedrig


**Quelle:**  
GRS



**Stand:** 17.3.2011

29 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Fukushima I (Block 1) – Unfallablauf (4)



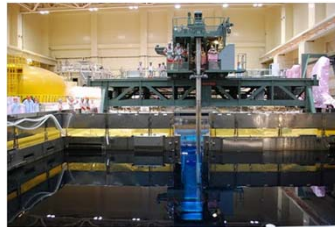
**Ab 22.03.2011**

- 23.03.: Frischwasser und boriertes Wasser wird durch Speisewasserleitung in den Reaktor eingespeist
- 25.03.: Beleuchtung der Warte und einige Instrumentierungen wieder hergestellt. Kühlung auf Frischwasser umgestellt.
- 31.03.: Bespeisung des Brennelement-Lagerbeckens mit Frischwasser über Betonpumpe.
- 04.04.: Gering radioaktives Wasser aus zentraler Wasseraufbereitung wird ins Meer geleitet
- 01.&05.04.: Harz wird zum Binden radioaktiver Teilchen versprüht.
- 06.04.: Ausfluss von hoch radioaktiv belastetem Wasser aus Riss am Kühlwassereinlauf gestoppt.
- 06.4.: Einspeisung von Stickstoff in das Containment, um dieses zu inertisieren (Wasserstoff).

30 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)



## Zustand der BE-Lagerbecken (Block 3 und 4)



Quelle:  
<http://univercia22.blogspot.com/2011/03/42-77-tons-of-nuclear-fuel-at-fukushima.html>

31 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Zustand der Brennelement-Becken (Block 3 und 4)

- Block 3: Schaden an den Brennelementen vermutet
- Block 4: Brennelemente beschädigt
- Einsatz von Wasserwerfern und Abwurf von Wasser zur Kühlung BE-Becken durch Hubschrauber
- Ansammlung von Salz in Kühlsystem
- Sofern schwere Schäden an den BE-Becken und den Brennelementen  
=> Es besteht praktisch keine Rückhaltungsmöglichkeit

Quelle:  
REUTERS/  
TEPCO von  
spiegel.de



Quelle: afp von  
Nürnberger  
Zeitung

32 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Übersicht über das Schadensbild am Standort Fukushima I

## Fotos von Fukushima I: [www.n-tv.de](http://www.n-tv.de) – ap, dpa

Block 4

Block 3

Block 2

Block 1



Fotos von Fukushima I: [www.n-tv.de](http://www.n-tv.de) – ap, dpa



Block 3



Block 4

35 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

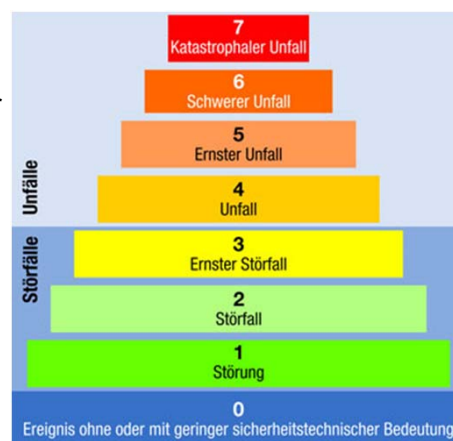
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

Fukushima I – INES-Einstufung der Behörde



■ Stufe 7: Katastrophaler Unfall

- Auswirkungen außerhalb der Anlage:  
Schwerste Freisetzung, Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt in einem weiten Umfeld, Gesundheitliche Spätschäden über große Gebiete, ggf. in mehr als einem Land.



36 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Einsatz von Fernhantiertechnik

- Messung der Strahlungssituation vor Ort
- Aufnahme des Schadenszustands
- Einsatz von amerikanischer Technik
- Deutsche Technik wurde angeboten aber bisher nicht angefordert.



Quelle: Reuters, TEPCO

<http://www.spiegel.de/fotostrecke/fotostrecke-67632-2.html>

## Kerntechnische Hilfsdienste GmbH (KHG)

- Quelle: <http://www.khgmbh.de/wDeutsch/>





## Funkferngesteuerter Raupenbagger mit Werkzeugwechselsystem









Quelle:  
<http://www.khgmbh.de>

39 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Relaisstation 1 und 2 – outdoor-Betrieb



**geplant:**  
Simultane, gebündelte, bidirektionale Datenübertragung von Wirk-/Datenfunk und Video-/Audiosignalen der Systeme SMF und Raupenbagger

40 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

Quelle: <http://www.khgmbh.de>

### Satellitengestützte Bildübertragung



bidirektionale Videobildübertragung  
ca. 15 Mb/s jevv.  
- Funk (5,8 GHz)  
- Ethernetkabel  
- Glasfaser  
- Koaxkabel


bidirektionale Videobildübertragung  
min. 2 Mb/s uplink

World Wide Web

Quelle: <http://www.khgmbh.de>

41 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

### Abschätzung der radiologischen Folgen



Quelle: Wolfgang Raskob, KIT

42 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Radioaktive Emissionen und Ausbreitungsrechnungen für verschiedene Störfall- und Unfallszenarien

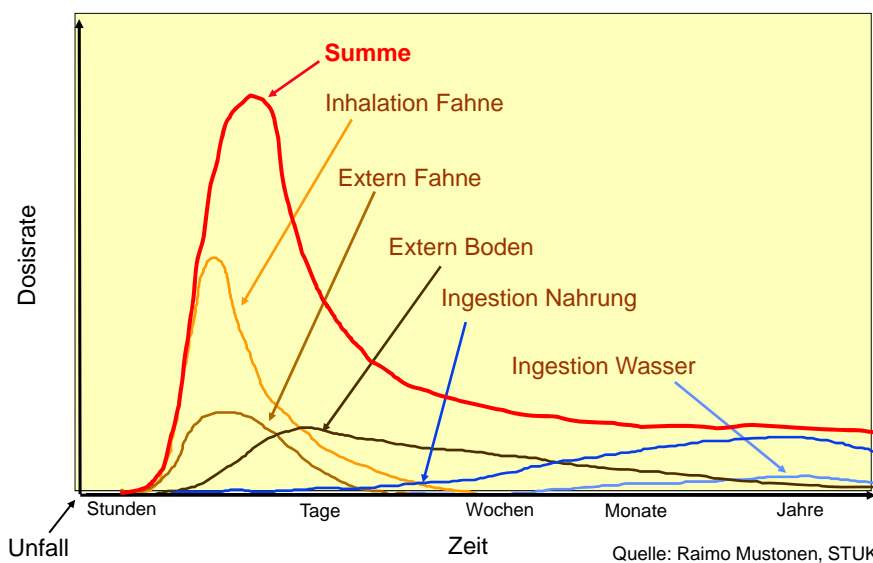


- Kurzvorstellung des RODOS Systems (Real-time On-line Decision Support)
- Welche Arbeiten haben wir im Rahmen des Fukushima Unfalls durchgeführt
- Radiologische Lage in Japan

43 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

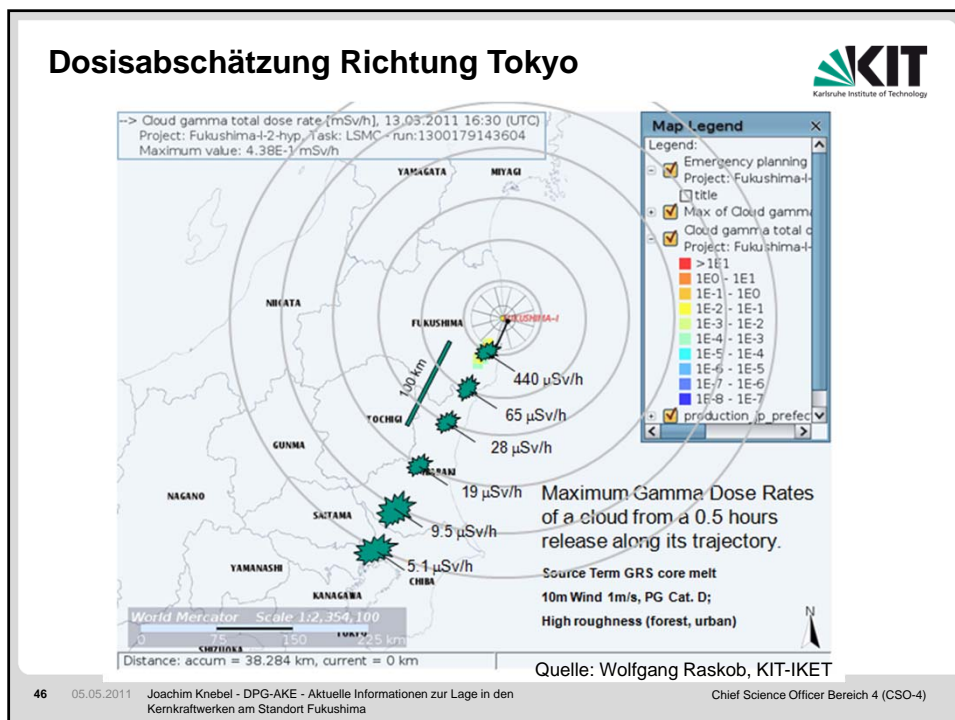
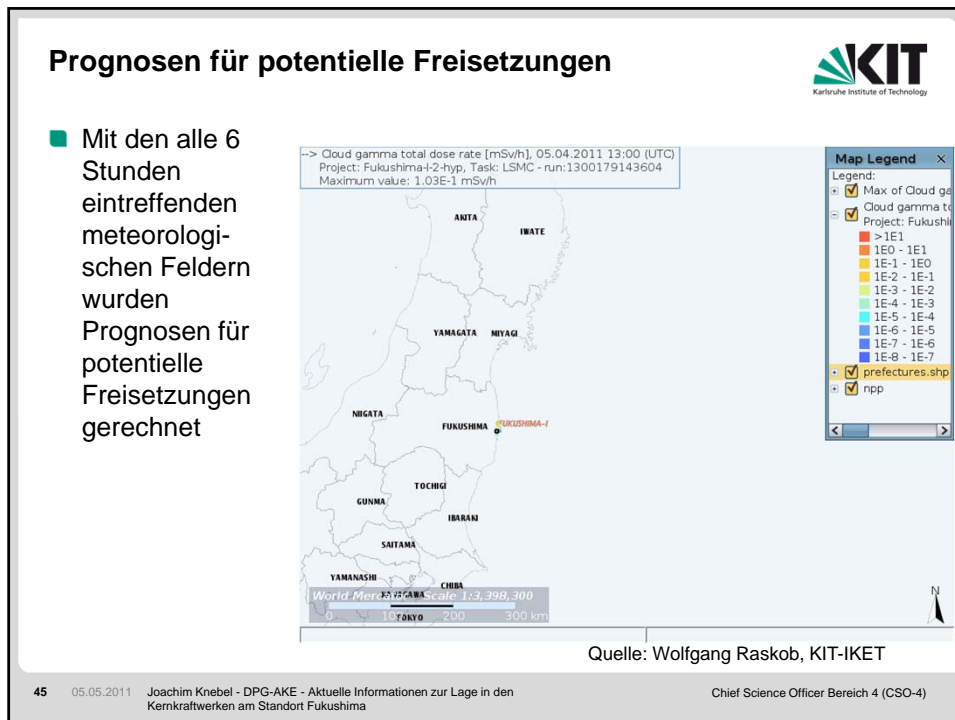
## Zeitliche Entwicklung der Dosisraten

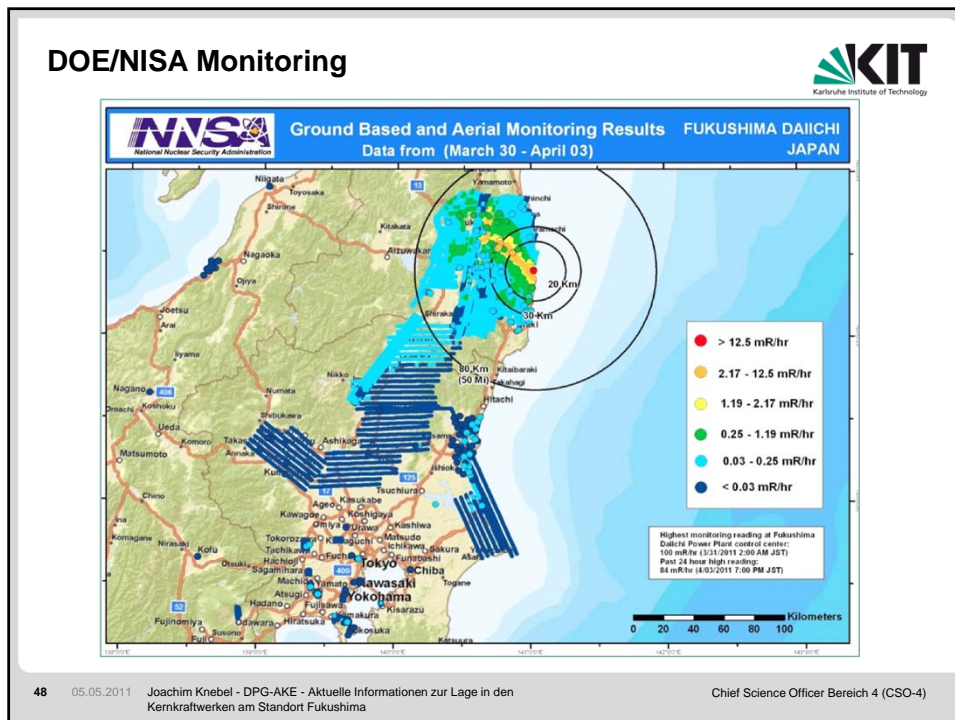
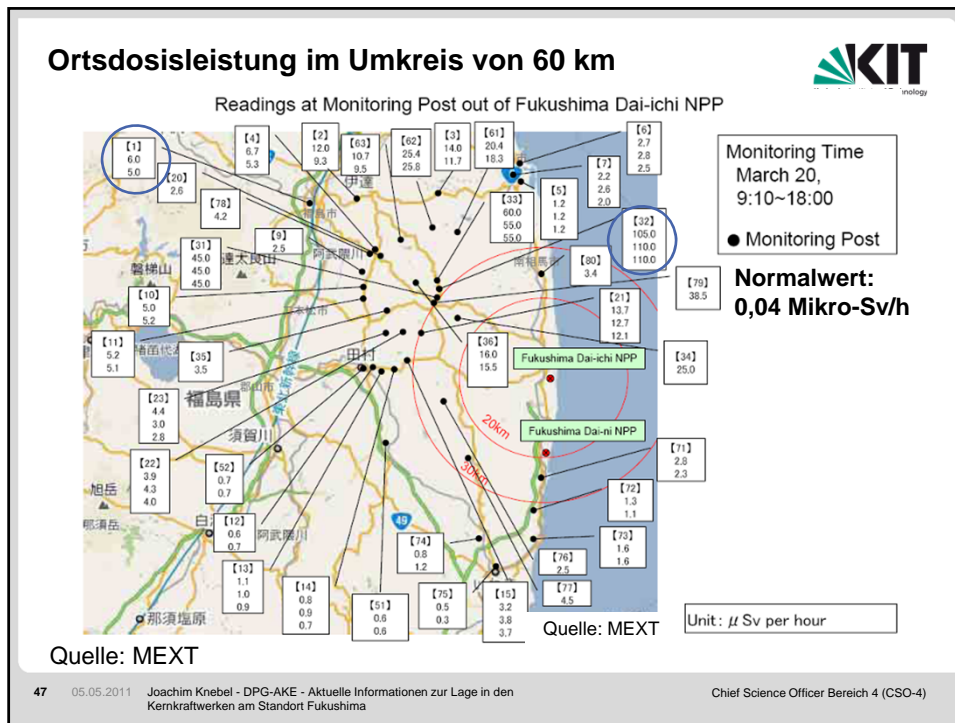


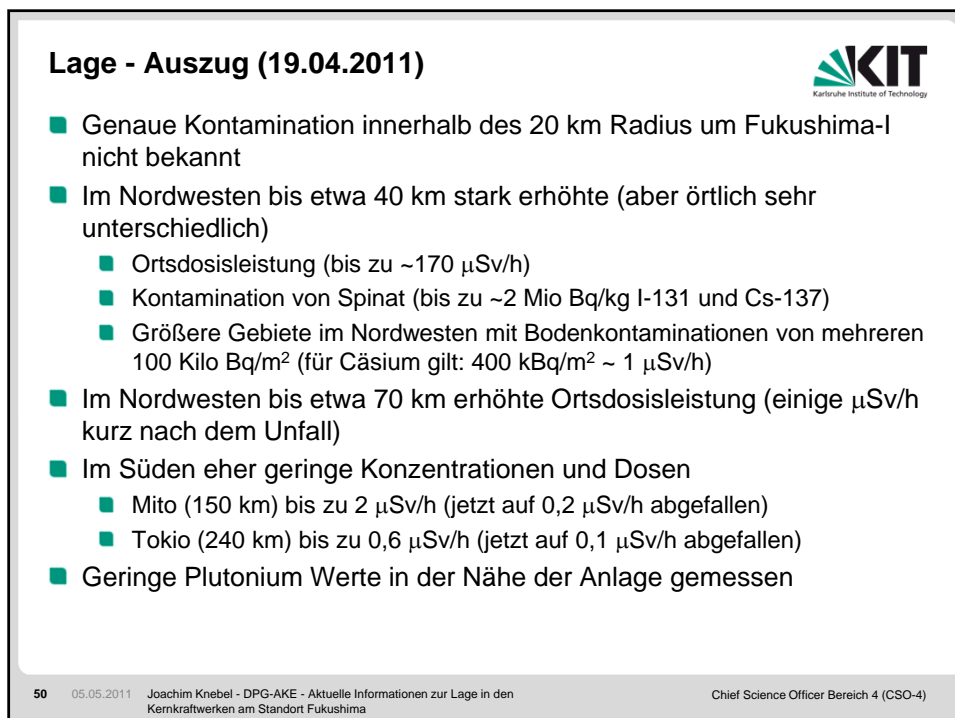
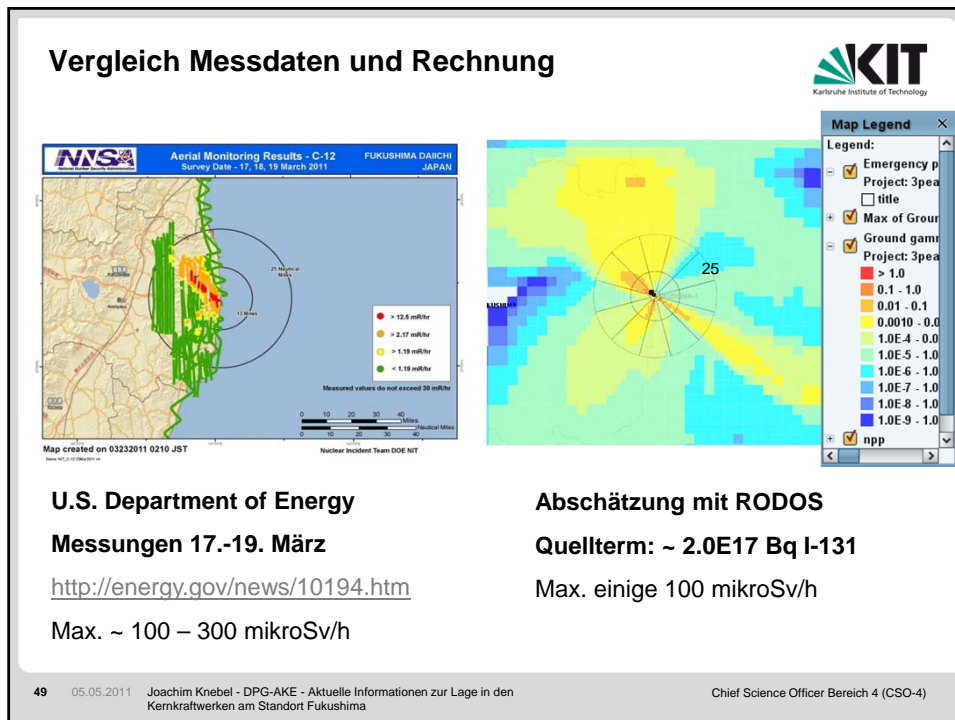
44 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)









## Dekontamination



- Im Euranos Projekt wurden europäische Handbücher entwickelt, die alle „sinnvollen“ Gegenmaßnahmen für städtisches und landwirtschaftlich genutztes Gebiet zusammenfaßt
- Potentielle Maßnahmen für städtisches Gebiet
  - Entfernen des Oberbodens (5-10 cm); sehr effektiv aber große Abfallmengen fallen an – fernhantiert
  - Hochdruckreinigen von Wänden, Dächern und Asphaltoberflächen; effektiv, Nutzen lässt aber mit der Zeit nach. Problem des Abwassers
  - Entfernen von Büschen und Bäumen; notwendig, da die Blattfläche effektiv Kontamination „einsammelt“
- Landwirtschaftliches Gebiet
  - Tiefpflügen (auf etwa 0,5 bis 1 m); sehr effektiv, aber Vernichtung der Humusschicht und damit wird der Boden unfruchtbar
  - Zufüttern von Chemikalien, die zum Beispiel die Aufnahme der Kontamination von der Kuh in die Milch verringern; weniger effektiv
  - Änderung der Nutzung (z.B. auf Forstwirtschaft oder Gras)

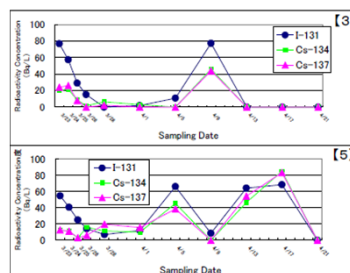
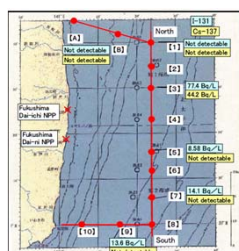
51 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

## Lage - Auszug (20.04.2011)



- Trinkwasser aktuell überall unterhalb der Grenzwerte
- Kontamination im Meer (20 - 30 km von Küste entfernt)
  - Maximal bis zu etwa 80 Bq/l Cs-137 und 80 Bq/l I-131
  - Einige Bq/l auch in bis zu 100 m Tiefe (rel. konstant)



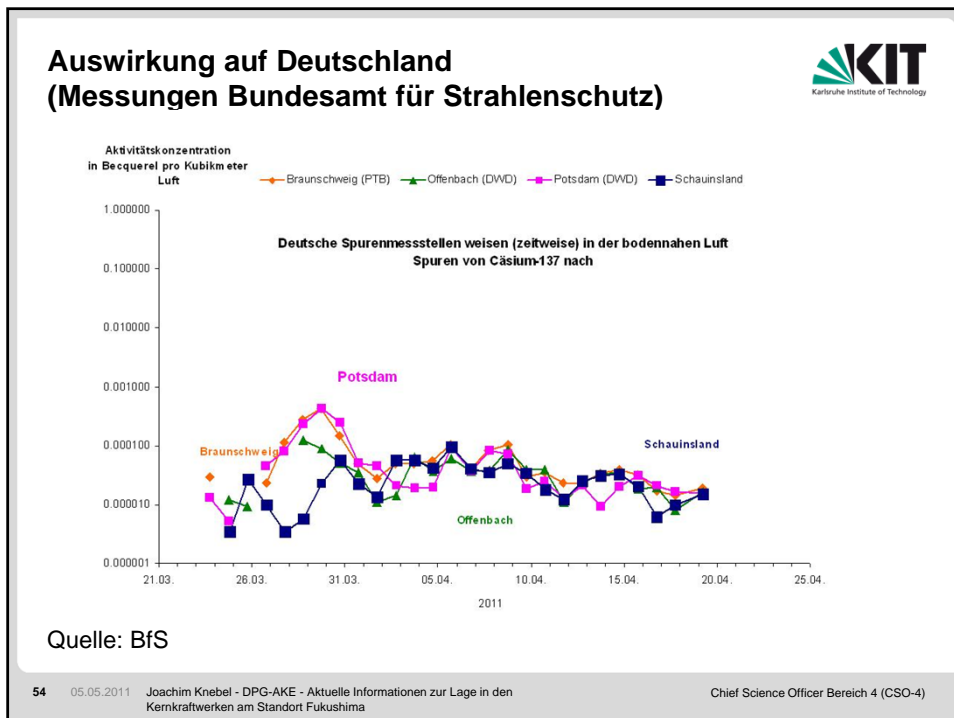
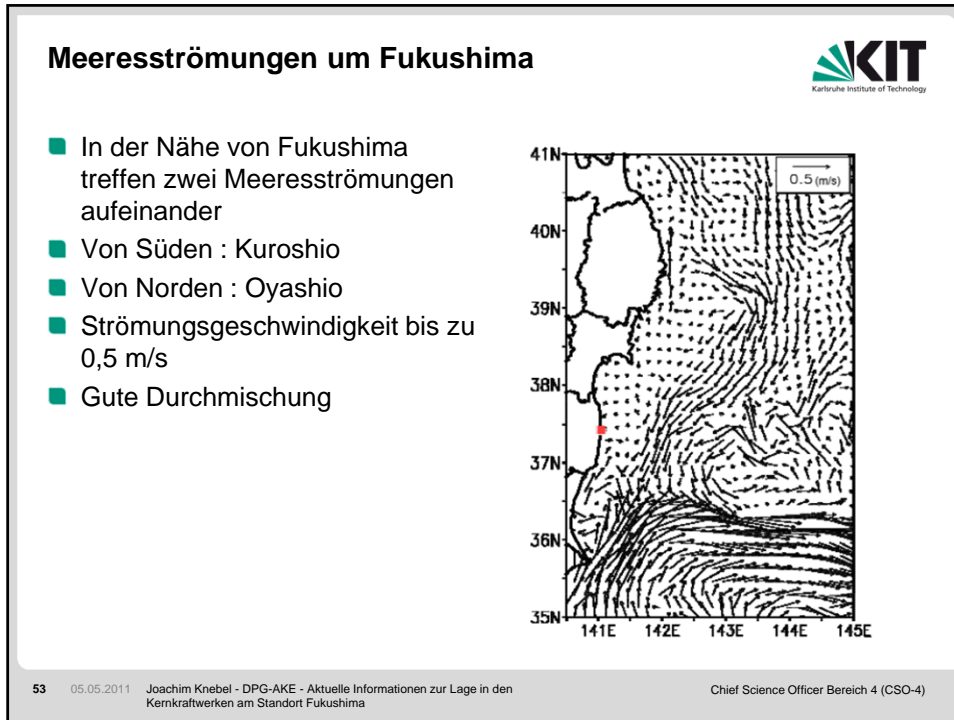
Untergrund:  
Cs-137  
0,002 Bq/l

Quelle:  
TEPCO, KIT

- Kontamination in einem kleinen Fisch "kounago" (Ammodytes personatus Girard) lag am 20.04. bei etwa 14000 Bq/kg Cs-137
- Es werden keine Probleme für den Export erwartet, da große Fanggebiete etwa 2500 km entfernt sind

52 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima

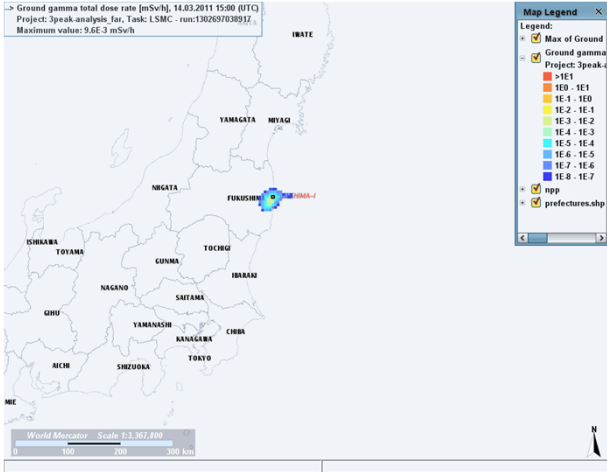
Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)





### Was ist noch zu tun?

- Noch ungeklärt: Gesamte freigesetzte Menge an radioaktiven Stoffen in die Atmosphäre und in das Meer
- Abschätzung der langfristigen Konsequenzen
- Rekonstruktion der Kontamination mit Hilfe von verbesserten Wetterdaten hat begonnen

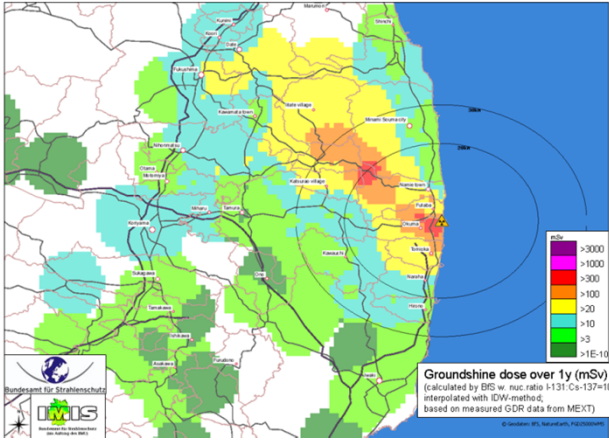


Quelle: KIT

55 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

### Was ist noch zu tun?

- Noch ungeklärt: Gesamte freigesetzte Menge an radioaktiven Stoffen in die Atmosphäre und in das Meer
- Abschätzung der langfristigen Konsequenzen
- Rekonstruktion der Kontamination mit Hilfe von verbesserten Wetterdaten hat am KIT (Gruppe Raskob am IKET) begonnen



Groundshine doses derived from measured gamma dose rates  
GDR: April 11-19, 2011 - Source: MEXT / doses calculated by BIS

Groundshine dose over 1y (mSv)  
(calculated by BIS w/ nuc ratio 1-131-Cs-137=10:1, interpolated with EDW-method, based on measured GDR data from MEXT)

56 05.05.2011 Joachim Knebel - DPG-AKE - Aktuelle Informationen zur Lage in den Kernkraftwerken am Standort Fukushima Chief Science Officer Bereich 4 (CSO-4)

### Zusammenfassung



- Beben der Größe des Tohoku Bebens ist Ereignis 1/1000 Jahre
- Erdbeben führt zum Notstromfall
- Tsunami überschreitet Auslegung  $\Rightarrow$  Station Black-Out
- RDB-Bespeisung und -kühlung und Wärmeabfuhr nicht ausreichend
- Kernschäden in Blöcken 1 bis 3 mit signifikanter  $H_2$ -Produktion
- Brennelemente in mehrere BE-Lagerbecken teils stark beschädigt
- Leck zum Meer: Radioaktiv belastetes Wasser fließt über einen Riss im Reaktorgebäude 2 ins Turbinengebäude bzw. Meer
- Kein geschlossener Kühlkreislauf für die Abfuhr der Nachzerfallswärme
- Im Nordwesten bis etwa 40 km stark erhöhte (aber örtlich sehr unterschiedlich) und bis etwa 70 km erhöhte Ortsdosisleistung
- Im Süden eher geringe Konzentrationen und Dosen
- Rekonstruktion der Kontamination mit Hilfe von verbesserten Wetterdaten hat begonnen, noch ungeklärt ist gesamte freigesetzte Menge an Stoffen in die Atmosphäre und in das Meer
- Abschätzung der langfristigen Konsequenzen und Gegenmaßnahmen (Rückbau oder Versiegelung?)