



**Institut für Radioökologie
und Strahlenschutz**



Fukushima

Dr. Jan-Willem Vahlbruch
Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
Leibniz Universität Hannover
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover

Tel.: 0511 762 3321
E-Mail: vahlbruch@irs.uni-hannover.de
Internet: www.strahlenschutzkurse.de



Inhalt



- Reaktoraufbau
- Unfallhergang
- Auswirkungen des Unfalls und Maßnahmen
 - Ortsdosis und Kontamination der Umgebung
 - Radioaktivität in Leitungswasser
 - Radioaktivität in Lebensmittel
- Kurzer Vergleich Fukushima / Tschernobyl

Seite 2

IRS Leibniz
Universität
Hannover

Reaktor: Mark-1 General Electric BWR

Seite 3

IRS Leibniz
Universität
Hannover

Fukushima Daiichi

- Ostküste des Pazifiks ca. 250 km nördlich von Tokio.
- 6 SWR-Anlagen mit installierter Leistung von 4.696 MW
- Die Anlagen werden von der TEPCO betrieben.
- Die Blöcke 1, 2 und 3 wurden automatisch abgeschaltet.
- Die Blöcke 4, 5 und 6 befanden sich in der Revision.

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

M. Sonnenkalb GRS Köln, 17.03.2011 R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 4






Fukushima Daiichi + Daiini:

8946 MW,

größtes Kernkraftwerk der Welt*

Nr.	Leistung	Status ¹⁾
1	439 MWe	In Betrieb
2	760 MWe	In Betrieb
3	760 MWe	In Betrieb
4	760 MWe	Revision
5	760 MWe	Revision
6	1067 MWe	Revision

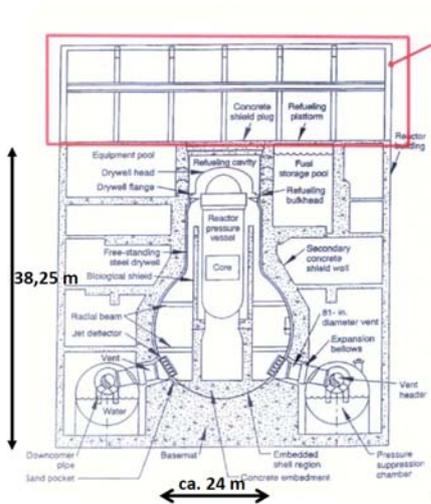
¹⁾ Vor dem Erdbeben

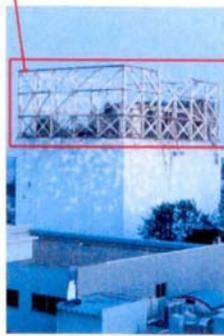
Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011 Quellen: VGB, Tepco, 2011

Seite 5




Mark 1 General Electric BWR Containment





Light structures

© 2000 GE Energy Services, Hannover

Seite 6

IRS

Leibniz
Universität
Hannover

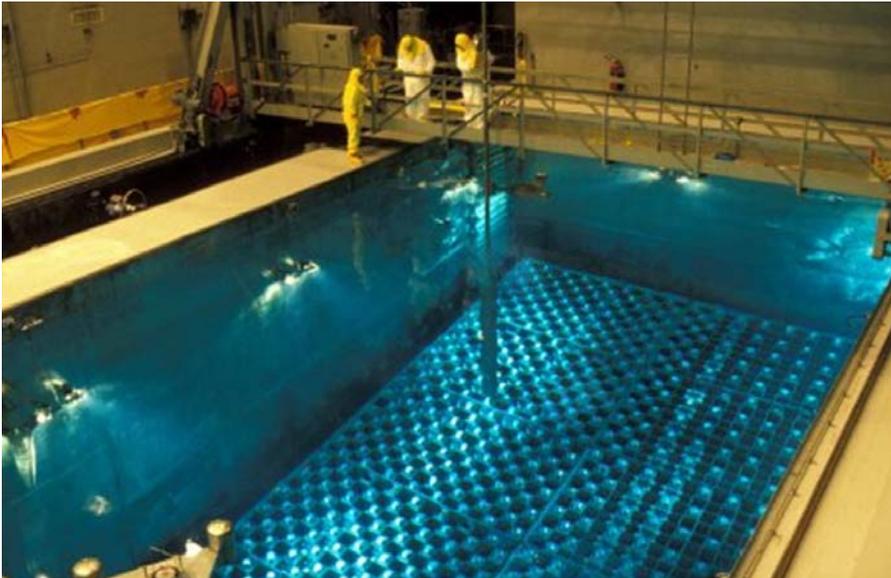


R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 7

IRS

Leibniz
Universität
Hannover



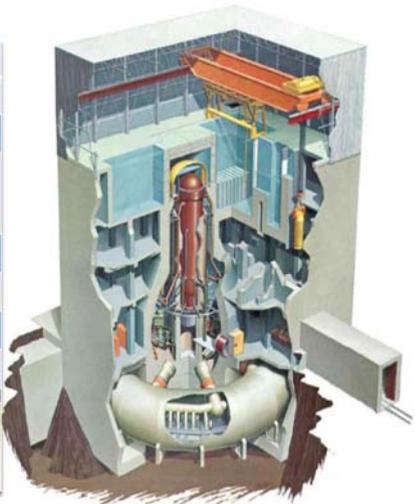
Seite 8





Anlagendaten

Daiichi 1	Daiichi 2 - 4
Mark I	improved Mark I
Containment-Volumen	
3410 m ³ Drywell	4240 m ³ Drywell
2620 m ³ Wetwell	3160 m ³ Wetwell
N ₂ inertisiert	N ₂ inertisiert
Auslegungstemperatur	
138 °C	138 °C
Auslegungsdruck	
4,35 bar	3,92 bar
Notstromversorgung	
2 Diesel , aber 1 von 2 gemeinsam mit Nachbarblock ?	



M. Sonnenkalb GRS Köln, 17.03.2011

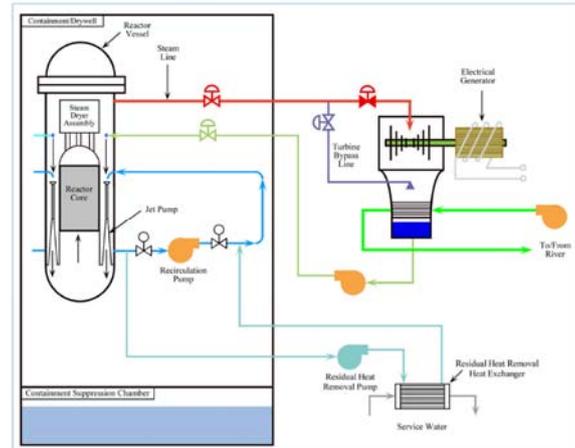
R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 9





Boiling Water Reactor (BWR)



IAEA, J.E. Lyons (2011)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 10

IRS Leibniz Universität Hannover

Unfallhergang

Seite 11

IRS Leibniz Universität Hannover

Atomkraftwerke in Japan

Kernenergie in Japan im Jahr 2009: 28,9 % der Elektrizität aus Kernenergie, 51 Reaktoren produzieren 263,1TWh

Epizentrum des Bebens

11.03.2011, 14:46, Erdbeben der Stärke 9,0

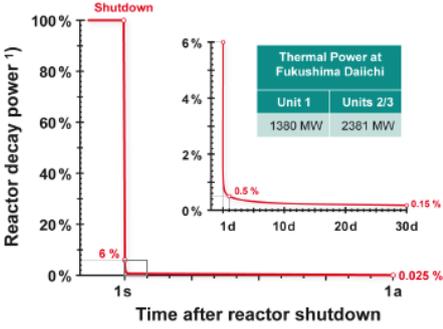
Quelle: USGS, INSC

Seite 12




11. März 2011, 14:46 JST Sekunden später im Nordosten Honshus

- ▶ Automatische Schnellabschaltung der in Betrieb befindlichen KKW in Sekunden: Onagawa (3), Fukushima Daiichi (3), Fukushima Daini (4) and Tokai (1).
- ▶ Start der Kühlsysteme zur Nachwärmeabfuhr, mit einem Anfangswert von 6 % der Kernleistung und stetiger Abnahme auf weniger als 0.5 % nach zwei Tagen (**7 bzw. 12 MWth**).
- ▶ Onagawa 1: Feuer in der Turbinenhalle, einige Stunden später gelöscht.
- ▶ **Verlust der Stromversorgung** durch das Erdbeben in Fukushima Daiichi.
- ▶ Start einiger Notstrom- Diesel und anderer Kühlsysteme.
- ▶ Typische Redundanz: 2 + 1 pro Block (**GER: 4 + 2**)



Thermal Power at Fukushima Daiichi	
Unit 1	Units 2/3
1380 MW	2381 MW

Quelle: Tepco, 2011, JST: Japan Standard Time

Seite 13




11.3.2011, ca. 1 Stunde nach dem Erdbeben ein Tsunami, Höhe 7 m – 15 m



Bild: ARD, 20110320

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 14

IRS

Leibniz Universität Hannover

Fukushima Daiichi



≈ 46 m

Tsunami

4 bis 5 m Überflutungshöhe in den pazifikseitigen Bereichen des Reaktorgebäudes und des Maschinenhauses.

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 15

IRS

Leibniz Universität Hannover

Nachfolgende Welle



Nachfolgende Welle

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 16

IRS

Leibniz
Universität
Hannover

Fukushima Daichi



Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 17

Detailed description: This slide shows an aerial view of the Fukushima Daichi nuclear power plant's spent fuel storage tanks. Three large, white, cylindrical tanks are visible in the foreground, with Japanese characters written on them. The tanks are situated on a concrete platform. In the background, the ocean is turbulent with large, white-capped waves crashing against the shore. A small boat is visible in the distance on the sea. The sky is overcast and grey.

IRS

Leibniz
Universität
Hannover



Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 18

Detailed description: This slide shows a close-up aerial view of the aftermath of the tsunami at Fukushima Daichi. A large, white, cylindrical storage tank is partially submerged in the churning, grey water. In the foreground, there is a large pile of debris, including twisted metal, wooden planks, and other unrecognizable wreckage. The ground appears to be a mix of dirt and debris. The overall scene is one of significant destruction and environmental damage.

IRS Leibniz Universität Hannover

Fukushima Daiichi



Zerstörtes Tor

Ortszeit

- 15:42
- 15:43
- 15:44
- 15:46
- 15:57

4 bis 5 m Überflutungshöhe

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 19

IRS Leibniz Universität Hannover

Fukushima Daini



Vor Tsunami

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 20

IRS Leibniz Universität Hannover

Fukushima Daini

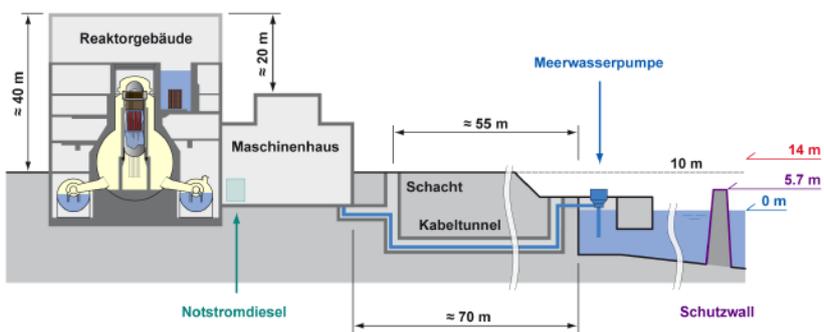


2 bis 3 m Überflutungshöhe in Fukushima Daini

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 21

IRS Leibniz Universität Hannover



Tsunami-Schutzwall

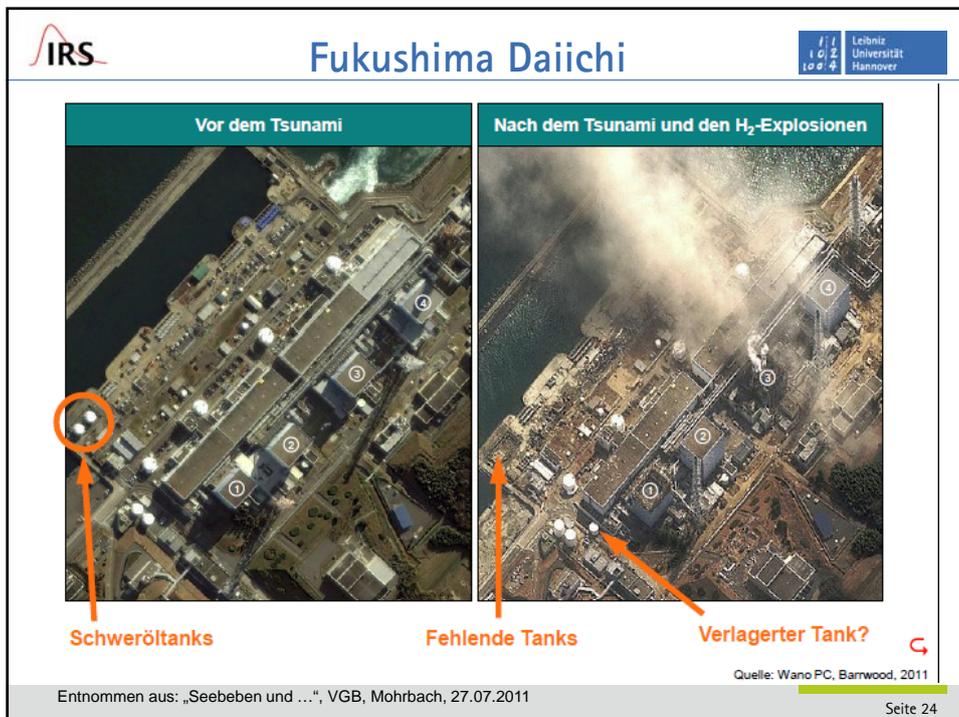
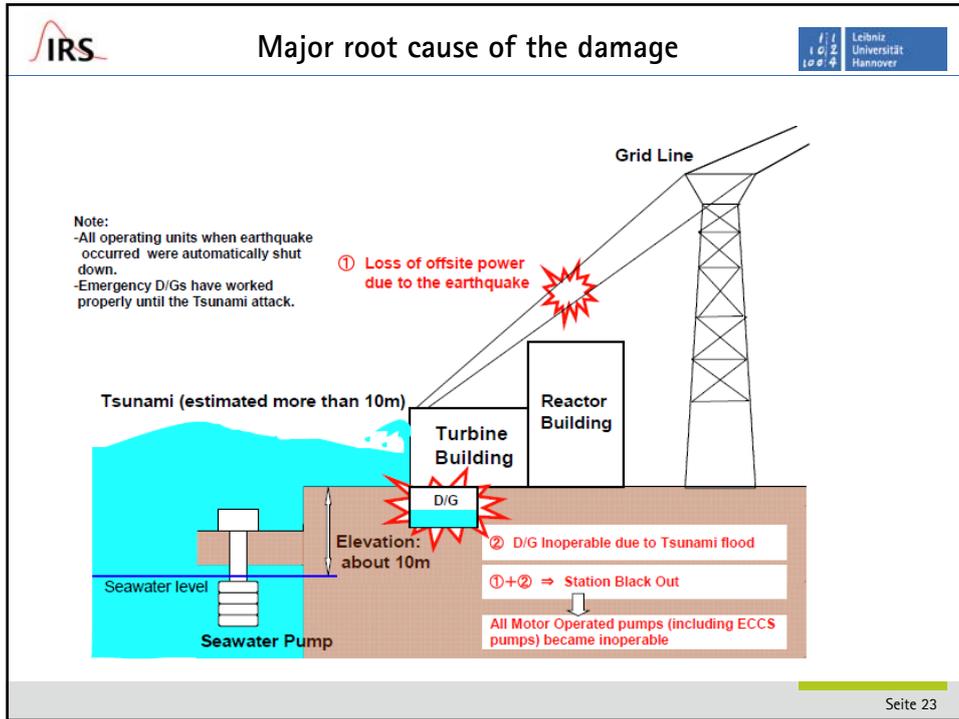
- Ursprüngliche Auslegung ▶ maximale Wellenhöhen von **3,1 m**.
- Nachbesserung 2002 ▶ maximale Wellenhöhen von **5,7 m**.

Sicherheitsreserve ▶ **4,3 m** durch Fundamenthöhe von **10 m**.

Quelle: Janti, 2011 Alle Höhenangaben beziehen sich auf den Referenzwasserstand in der Onahama-Bay

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 22



IRS

Fukushima Daiichi

Leibniz Universität Hannover

Quellen: Jantzi, Digital Globe, 2011

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 25

IRS

Detaillierter Ablauf des Unfalls

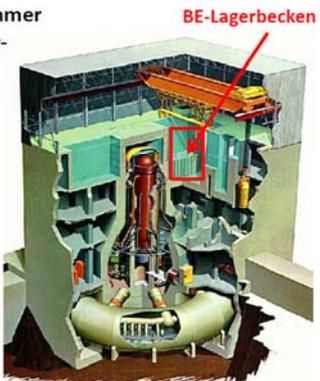
Leibniz Universität Hannover

Seite 26

IRS Leibniz Universität Hannover

Ablauf der Ereignisse in den Blöcken 1 – 3

- Ausfall der Kühlung im Reaktordruckbehälter
- Verdampfen von Kühlwasser
- Abblasen von Dampf in die Kondensationskammer
- Keine Rückführung von Wasser in den Reaktordruckbehälter
- Trocken gefallene Brennelemente schmelzen
- Zr-Wasser Reaktion:
$$\text{Zr} + 2 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{ZrO}_2 + 2 \cdot \text{H}_2$$
- Sieden in der Kondensationskammer
- Druckanstieg im Sicherheitsbehälter
- Druckentlastung (Venting) erforderlich
- Abblasen aus dem Sicherheitsbehälter in das Gebäude
- Wasserstoffexplosion im Gebäude (Blöcke 1 und 3) oder im Sicherheitsbehälter (Block 2)



R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 27

IRS Leibniz Universität Hannover

Im beschädigten Atomkraftwerk in Fukushima 1 hat es eine Explosion gegeben. Die Außenhülle des Reaktors scheint abgesprengt worden zu sein, berichtet der japanische Fernsehsender NHK.



12.3.2011 ca. 16:00 LT (Tepco 15:36)

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 28

IRS Leibniz Universität Hannover

Fukushima Dai-ichi, Block 1



Fukushima-1, Reaktorblock 1
Vor der Explosion

Nach der Explosion

Seite 29

IRS Leibniz Universität Hannover

14.03.2011 11:00 Explosion in Block 3



Seite 30

IRS

Leibniz Universität Hannover



3号機

4号機

Dienstag, 15.3.2011

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 31

IRS

Leibniz Universität Hannover

Fukushima Daiichi, Block 4, 15.3.2011



R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 32

IRS **Fukushima Daiichi** 

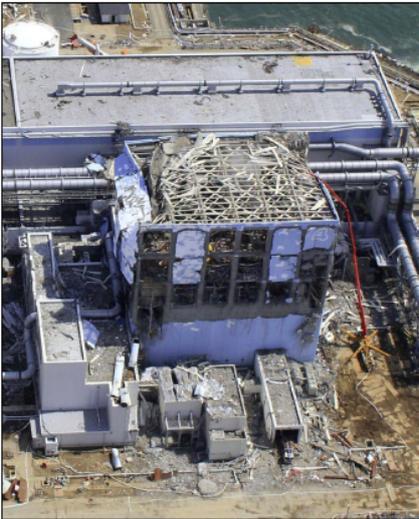
► **150 t Meerwasser**
per Putzmeister Auto-Betonpumpe in
das Lagerbecken von Block 4
am 22. März.
Ca. 3 Stunden, später wiederholt.



► **Nennkapazität 120 t/h,**
58 m langer Ausleger,
12 Personen, fernbedient.

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011 Seite 33

IRS **Fukushima Daiichi** 



4. April 2011:
Bereitstellung von vier weiteren
Betonpumpen (62 m, 70 m)
per Antonov-Airlift
aus Deutschland und den USA

Quelle: www.cryptome.org, 2011 Seite 34

IRS

Fukushima Daiichi

Leibniz Universität Hannover

Blick auf die Anlage nach den H₂-Explosionen



Quelle: www.cryptome.org, 2011

Entnommen aus: „Seebeben und ...“, VGB, Mohrbach, 27.07.2011

Seite 35

IRS

Fukushima Daiichi am 24.3.2011

Leibniz Universität Hannover



Betonpumpe „Giraffe“

Air Photo Service Co. Ltd., Japan, 24.3.2011

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 36

11.04.2011

Leibniz Universität Hannover

GRS

Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima I (Daiichi) am 11. April 2011 um 14:00 Uhr (MESZ)

Block	1	2	3	4	5	6
INES-Bewertung	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	K.A.	K.A.
Zustand Kern und Brennstäbe (Brennelemente im Kern)	21% beschädigt (248)	21% beschädigt (248)	21% beschädigt (248)	keine Brennstäbe im Kern (Entnommen)	unbeschädigt (704)	unbeschädigt (704)
Zustand Reaktordruckbehälter	vermutlich unbeschädigt	Schäden und Leckage vermutet	vermutlich unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Reaktor Kühlsystem 1, Wechselstrom, Frischwasser	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig	funktionsfähig
Reaktor Kühlsystem 2, Wechselstrom, Wärmetauscher	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig (Leck shutdown)	funktionsfähig (Leck shutdown)
Zustand Reaktor Gebäude	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	leicht beschädigt	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	Luftlochloch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion	Luftlochloch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion
Wasserstand im Reaktor Druckbehälter	Wasserspiegel teilweise oder ganz abwesend	Wasserspiegel teilweise oder ganz abwesend	Wasserspiegel teilweise oder ganz abwesend	sicher	sicher	sicher
Druck / Temperatur im Reaktor Druckbehälter	schriftweise steigend / leicht gesunken nach Anstieg über 402°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	Wechsel von Meer- zu Süßwasser (Bestätigung steht aus)	Wechsel von Meer- zu Süßwasser (Bestätigung steht aus)	Wechsel von Meer- zu Süßwasser (Bestätigung steht aus)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Wassereinspeisung in Sicherheitsbehälter	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig	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)	schwer beschädigt (1331)-2	unbeschädigt (946)	unbeschädigt (876)
Kühlung des Abklingbeckens	Wasserbesprühung hat begonnen (Süßwasser)	Wassereinspeisung wird mit Süßwasser fortgesetzt	Wasserbesprühung und -einspeisung mit Süßwasser fortgesetzt	Wasserbespr. und -einspeisung mit Süßwasser fortgesetzt, Wasserstoffexplosion am 15.03.	Kühlung des Abklingbeckens wieder fortgesetzt	Kühlung des Abklingbeckens wieder fortgesetzt
Betriebs- und Funktionsfähigkeit Hauptkontrollraum	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2)	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2)	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2)	vermutlich unbeschädigt		
Umweltauswirkungen	Anlage Fukushima-Daiichi, Strahlungswerte: 0,69 mSv/h an der Südseite des Verwaltungsgebäudes, 80 µSv/h am Haupttor, 35 µSv/h am Westtor am 11.04. um 15:00 Uhr (Ortszeit). Am 21. 22. 23. und 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. In Grundwasserproben, die am 30.03. in der Nähe des Turbinengebäudes genommen wurden, sind radioaktive Stoffe gemessen worden. 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. Meerwasserproben vom Küstengewässer 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. 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 05.04. ist bestätigt worden, dass das Ausströmen von Wasser nach Herunterentladung in umgebende Aussehungen gestoppt werden ist. Mit der Entladung mehrerer 10.000 l schwach radioaktiven Abwassers ins Meer wurde am 4.4. begonnen, um Platz für hoch radioaktives Wasser zu schaffen. Der Verzehr von Fisch und Algen aus dieser Region würde 25% der normalen jährlichen Strahlendosis ausmachen (laut TEPCO). Die Überwachung des Meeresspiegels in der Umgebung der Anlage wurde seit 04.04. ausgeweitet. Einflüsse auf die Abwehrtätigkeit: Radioaktive wurden in der Milch sowie in anderen landwirtschaftlichen Produkten aus Fukushima und den Nachbarpräktoren vorgefunden. Die Regierung hat die Begrenzung von Viehhalt (21.03.) und Konsum (23.03.) bestimmter Produkte einiger Gebiete verfügt. In einigen Präktoren wurde radioaktives Jod oberhalb der vorkaufenden gesetzlichen Grenzwerte im Lebensmittel vom 21. 27.03. gemessen. Proben aus kleinen Fischen, die am 04.04. an der Küste von Itadaki gefangen worden sind, enthalten nach Analyse vom 05.04. radioaktives Cäsium über den Grenzwert. Am 05.04. wurde entschieden, dass dieselben gesetzlichen Grenzwerte für die Menge radioaktiven Jods, die für Gemüse gelten, auch auf Fisch angewendet werden sollen. 11.03.: 21:23 Uhr: Jem um das Kraftwerk, sollten ca. 10km um das Kraftwerk im Hause bleiben; 12.03. 06:44 Uhr: Evakuierung im Umkreis von 10km; 12.03. 18:26 Uhr: Evakuierung 20 km um Kernkraftwerk; 15.03. 11:00 Uhr: Menschen, die zwischen 20 und 30 km von KKW Fukushima I Daiichi entfernt leben, sollten evakuieren, fortgehen. Die Evakuierungszone von 20km um das KKW Fukushima Daiichi soll erweitert werden, so dass auch die Gebiete erfasst werden, in denen eine jährliche Strahlendosis von über 20 mSv erwartet wird. Menschen, die in dieser erweiterten Zone leben, werden angewiesen, sich innerhalb eines Monats zu verlassen. Menschen, die in der 20 bis 30 km umfassenden Evakuierungszone, aber außerhalb der erweiterten Zone leben, sollen sich in den Häusern aufhalten bzw. sich zur Evakuierung bereit halten.					
Evakuierungszone	11.03.: 21:23 Uhr: Jem um das Kraftwerk, sollten ca. 10km um das Kraftwerk im Hause bleiben; 12.03. 06:44 Uhr: Evakuierung im Umkreis von 10km; 12.03. 18:26 Uhr: Evakuierung 20 km um Kernkraftwerk; 15.03. 11:00 Uhr: Menschen, die zwischen 20 und 30 km von KKW Fukushima I Daiichi entfernt leben, sollten evakuieren, fortgehen. Die Evakuierungszone von 20km um das KKW Fukushima Daiichi soll erweitert werden, so dass auch die Gebiete erfasst werden, in denen eine jährliche Strahlendosis von über 20 mSv erwartet wird. Menschen, die in dieser erweiterten Zone leben, werden angewiesen, sich innerhalb eines Monats zu verlassen. Menschen, die in der 20 bis 30 km umfassenden Evakuierungszone, aber außerhalb der erweiterten Zone leben, sollen sich in den Häusern aufhalten bzw. sich zur Evakuierung bereit halten.					
Quelle: Governmental Emergency Headquarters: News release (11.04. 10:30); Pressekonferenz, Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA): News Release (11.04. 08:00), Pressekonferenz, TEPCO: Pressemitteilung (11.04. 15:00), Pressekonferenz.	Sicherheitsbewertung durch JAIF: hoch mittel niedrig					

Quelle: JAIF, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. Übersetzung: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln

19.08.2011

Leibniz Universität Hannover

GRS

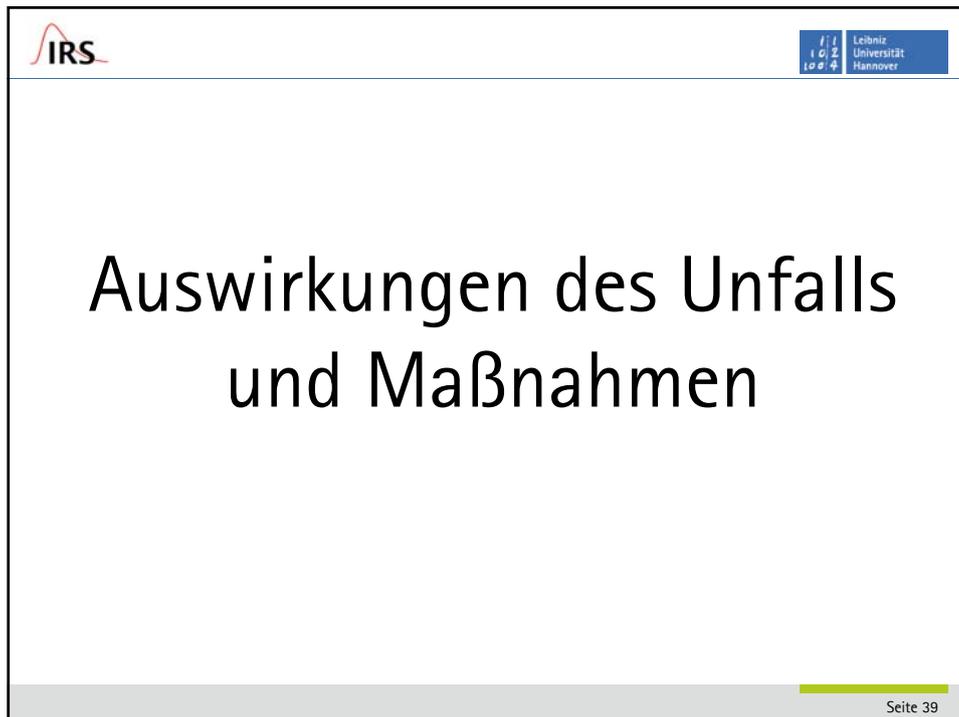
Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima I (Dai-ichi) am 19. August 2011 um 05:00 Uhr (MESZ)

nach JAIF, Japan Atomic Industrial Forum, Inc., übersetzt durch Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Köln

Block	1	2	3	4	5	6
INES-Bewertung	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 2	Stufe 3	K.A.	K.A.
Zustand Kern und Brennstäbe (Brennelemente im Kern)	Beschädigt (Kern geschmolzen) (248)	Beschädigt (Kern geschmolzen) (248)	Beschädigt (Kern geschmolzen) (248)	keine Brennelemente im Kern	unbeschädigt (548)	unbeschädigt (704)
Zustand Reaktor Druckbehälter	Bleibende Schäden und Leckage	unbekannt	unbekannt	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Zustand Sicherheitsbehälter	Schäden und Leckage vermutet	Schäden und Leckage vermutet	Schäden und Leckage vermutet	unbeschädigt	unbeschädigt	unbeschädigt
Reaktor Kühlsystem 1, Wechselstrom, Frischwasser	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig	funktionsfähig
Reaktor Kühlsystem 2, Wechselstrom, Wärmetauscher	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht funktionsfähig	nicht notwendig	funktionsfähig (Leck shutdown)	funktionsfähig (Leck shutdown)
Zustand Reaktor Gebäude	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	teilweise offen	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	schwer beschädigt (Wasserdampfexplosion)	Luftlochloch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion	Luftlochloch im Dachbereich geschaffen zur Vermeidung einer Wasserstoffexplosion
Wasserstand im Reaktor Druckbehälter	niedriger als die Unterkante der Brennstäbe	Brennstäbe teilweise oder ganz bedeckt	Brennstäbe teilweise oder ganz bedeckt	sicher	sicher	sicher
Druck / Temperatur im Reaktor Druckbehälter	schriftweise steigend / schriftweise sinkend	unbekannt / stabil	unbekannt / nach Anstieg schriftweise sinkend	sicher	sicher	sicher
Druck im Sicherheitsbehälter (Containment)	stabil	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	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (gestartet 27.04.)	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (geplant)	Speisewasser soll Sicherheitsbehälter auffüllen (geplant)	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)	keine schweren Schäden vermutet (1331)-2	unbeschädigt (946)	unbeschädigt (876)
Kühlung des Abklingbeckens	Wasserbesprühung und Wassereinspeisung wird mit Süßwasser fortgesetzt	Wassereinspeisung wird mit Süßwasser fortgesetzt	Wasserbesprühung und -einspeisung wird fortgesetzt (Süßwasser)	Wasserbespr. und -einspeisung mit Süßwasser wird fortgesetzt, Wasserstoffexplosion am 15.03.	Kühlung des Abklingbeckens wieder fortgesetzt	Kühlung des Abklingbeckens wieder fortgesetzt
Betriebs- und Funktionsfähigkeit Hauptkontrollraum	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2 seit dem 24. 03. Block 2 seit dem 28.03. und Block 4 seit dem 29.03.)	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2 seit dem 24. 03. Block 2 seit dem 28.03. und Block 4 seit dem 29.03.)	gering wegen Stromausfall (Betriebsführung im Kontrollraum der Blöcke 1 und 2 seit dem 24. 03. Block 2 seit dem 28.03. und Block 4 seit dem 29.03.)	vermutlich unbeschädigt		
Umweltauswirkungen	Status auf der Anlage Fukushima-Daiichi: Strahlungswerte: 309 µSv/h an der Südseite des Verwaltungsgebäudes, 29 µSv/h am Haupttor und 12 µSv/h am Westtor am 19.08.2011 um 09:00 Uhr (Ortszeit). Detaillierte Auswirkungen der Ereignisse am Standort Fukushima Daiichi auf die Umwelt (Stand: 19.08.2011) finden Sie unter http://www.fukushima-gsa.de/content/auswirkungen-der-ereignisse-am-standort-fukushima-daiichi-auf-die-umwelt . TEPCO untersucht über ca. 10.700 Arbeiter die seit dem 11. März 2011 in der Anlage tätig gewesen sind, auf deren Strahlendosis. Stand der Untersuchungsresultate (19.08.2011): 103 Arbeiter erhalten Strahlendosen von mehr als 100 mSv (100-150 mSv: 81 Arbeiter; 150-200 mSv: 14 Arbeiter; 200-250 mSv: 2 Arbeiter; >250 mSv: 6 Arbeiter). Die sechs Arbeiter mit der höchsten Strahlendosis erhalten Strahlendosen von 309 mSv bis 678 mSv. *Der Dosisgrenzwert für notfallbedingte Strahlendosis ist mit 250mSv festgelegt worden.					
Strahlendosis von Personal	TEPCO untersucht über ca. 10.700 Arbeiter die seit dem 11. März 2011 in der Anlage tätig gewesen sind, auf deren Strahlendosis. Stand der Untersuchungsresultate (19.08.2011): 103 Arbeiter erhalten Strahlendosen von mehr als 100 mSv (100-150 mSv: 81 Arbeiter; 150-200 mSv: 14 Arbeiter; 200-250 mSv: 2 Arbeiter; >250 mSv: 6 Arbeiter). Die sechs Arbeiter mit der höchsten Strahlendosis erhalten Strahlendosen von 309 mSv bis 678 mSv. *Der Dosisgrenzwert für notfallbedingte Strahlendosis ist mit 250mSv festgelegt worden.					
Quelle: Governmental Nuclear Emergency Response Headquarters: News release, Pressekonferenz, Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA): News Release, Pressekonferenz, TEPCO: Pressemitteilung, Pressekonferenz.	Sicherheitsbewertung durch JAIF: hoch mittel niedrig					

*1 Bekanntmachung der Ergebnisse der Analysen zum Zustand der Reaktorkerne in den Blöcken 1 - 3 durch TEPCO vom 15. und 23. Mai)
 *2 Aufgrund von Blöcken und Proben aus dem Abklingbecken sind nach Einschätzung von TEPCO schwere Schäden an den Brennelementen im Abklingbecken von Block 4 unwahrscheinlich. (23. 28. und 29. April)

Seite 38

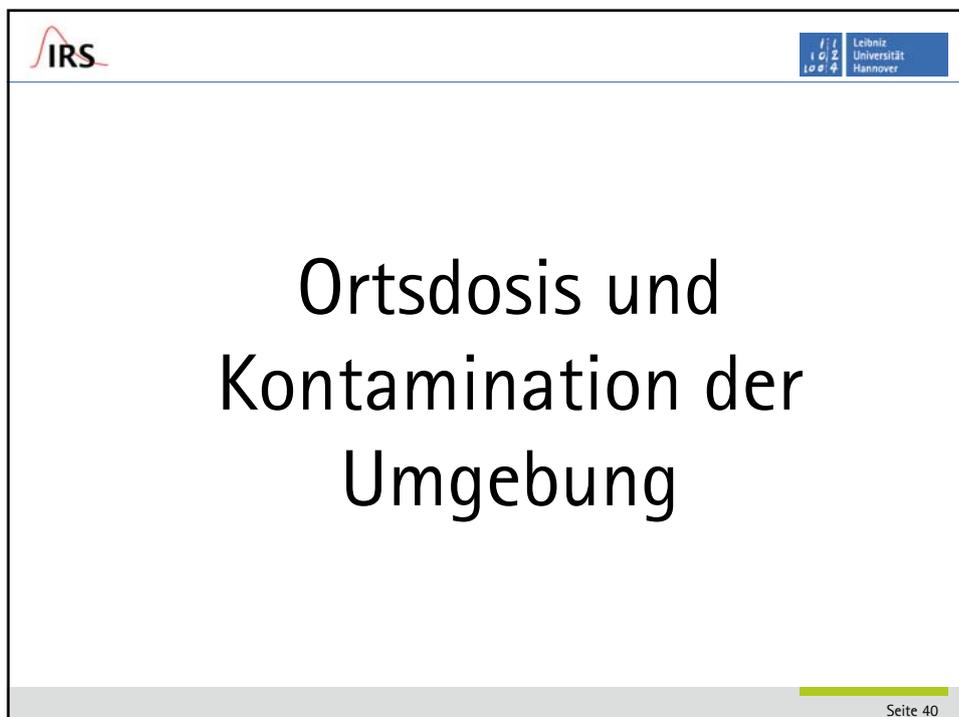


IRS

Leibniz
Universität
Hannover

Auswirkungen des Unfalls und Maßnahmen

Seite 39

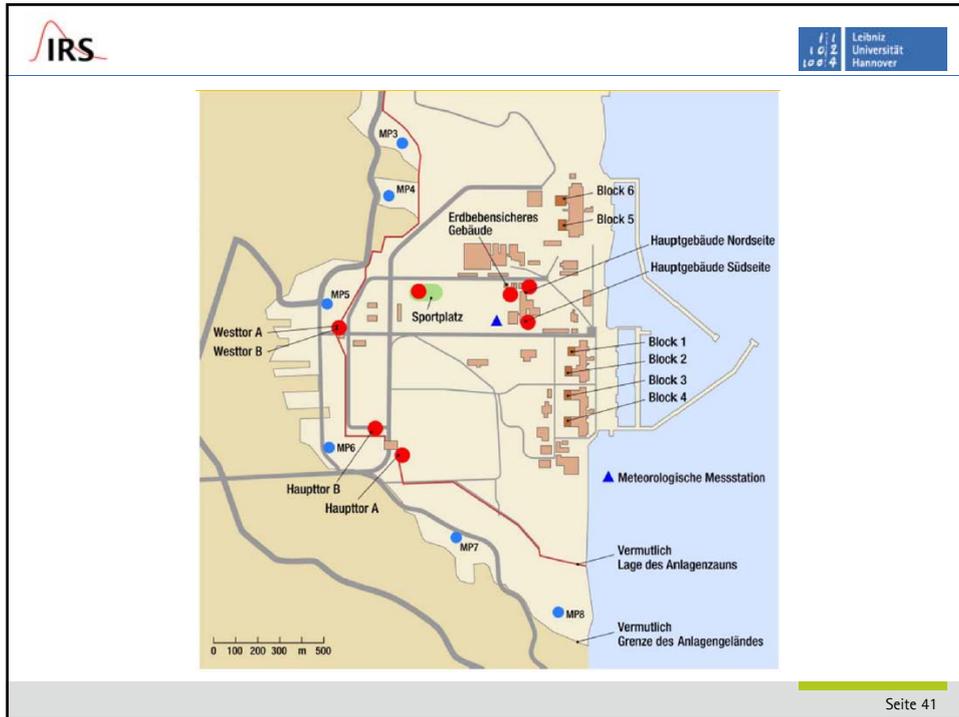


IRS

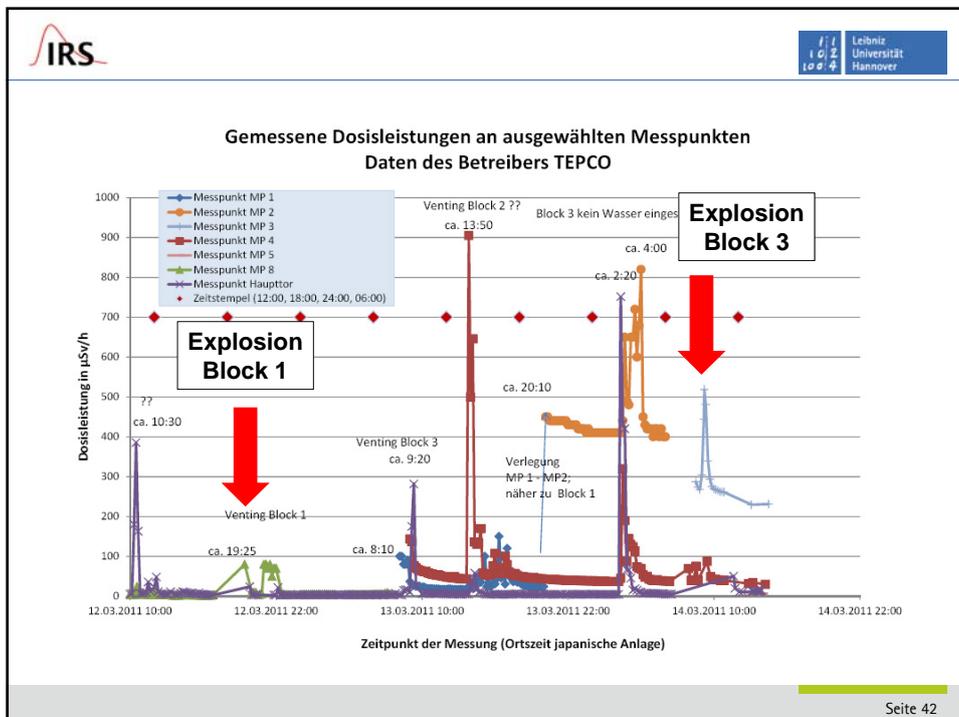
Leibniz
Universität
Hannover

Ortsdosis und Kontamination der Umgebung

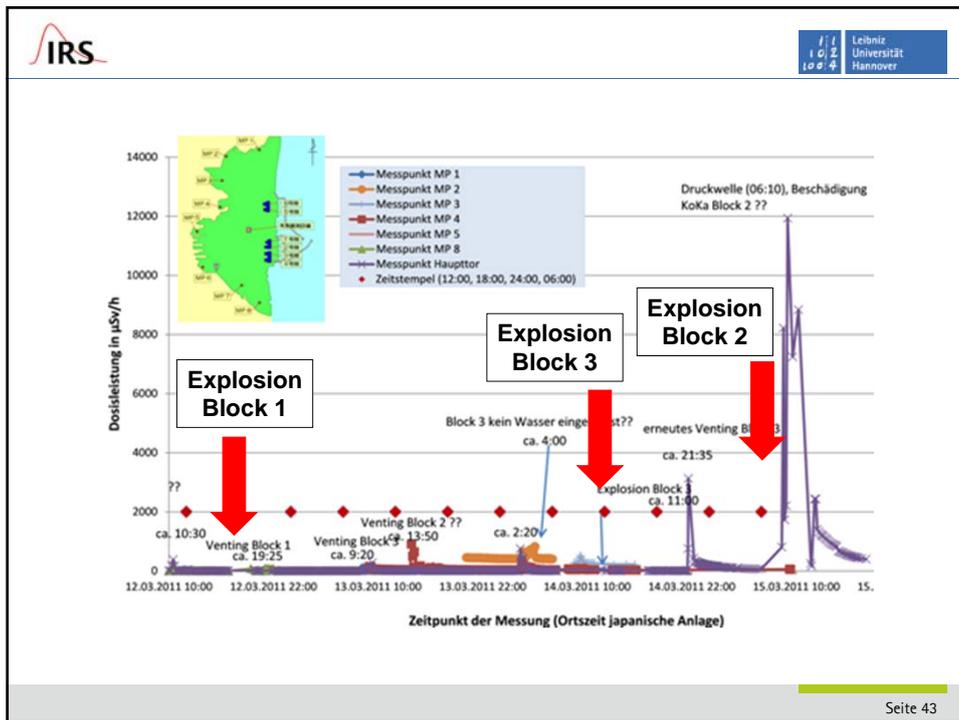
Seite 40



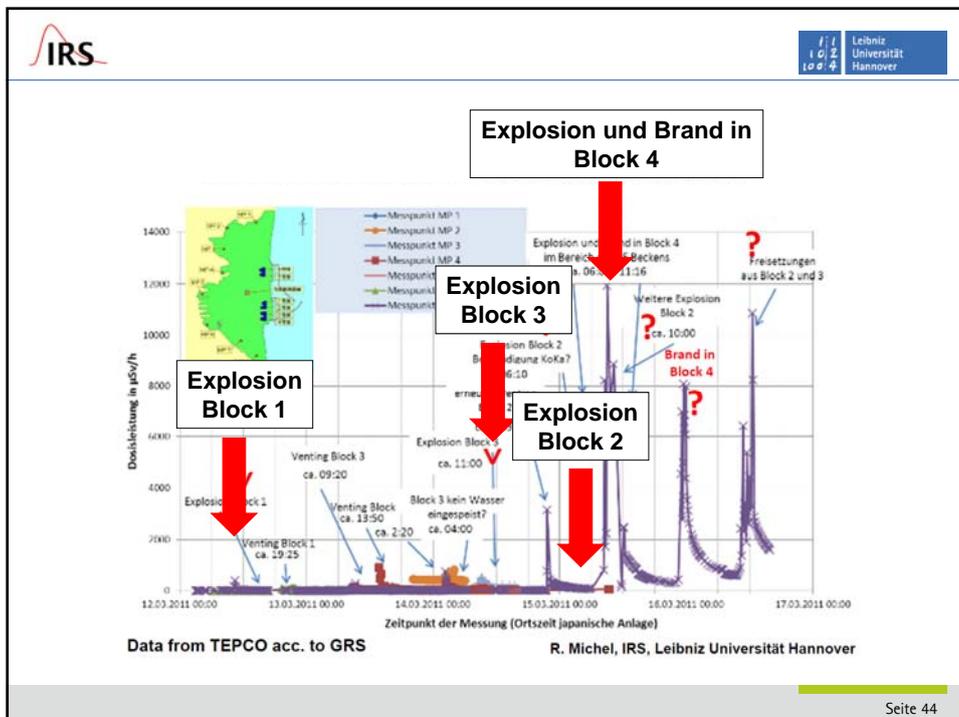
Seite 41



Seite 42



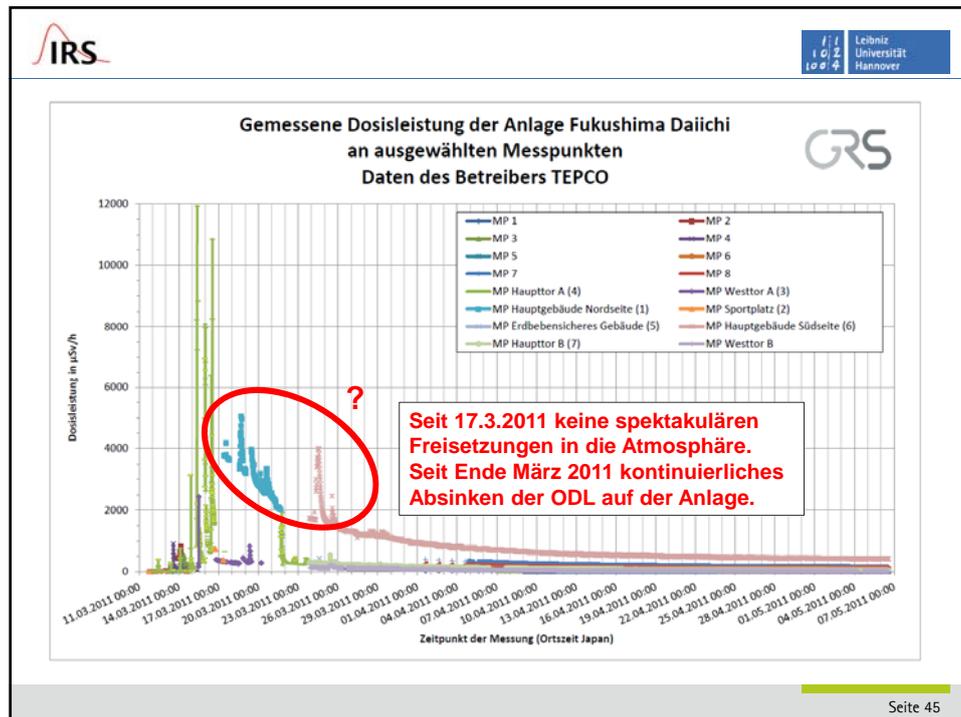
Seite 43



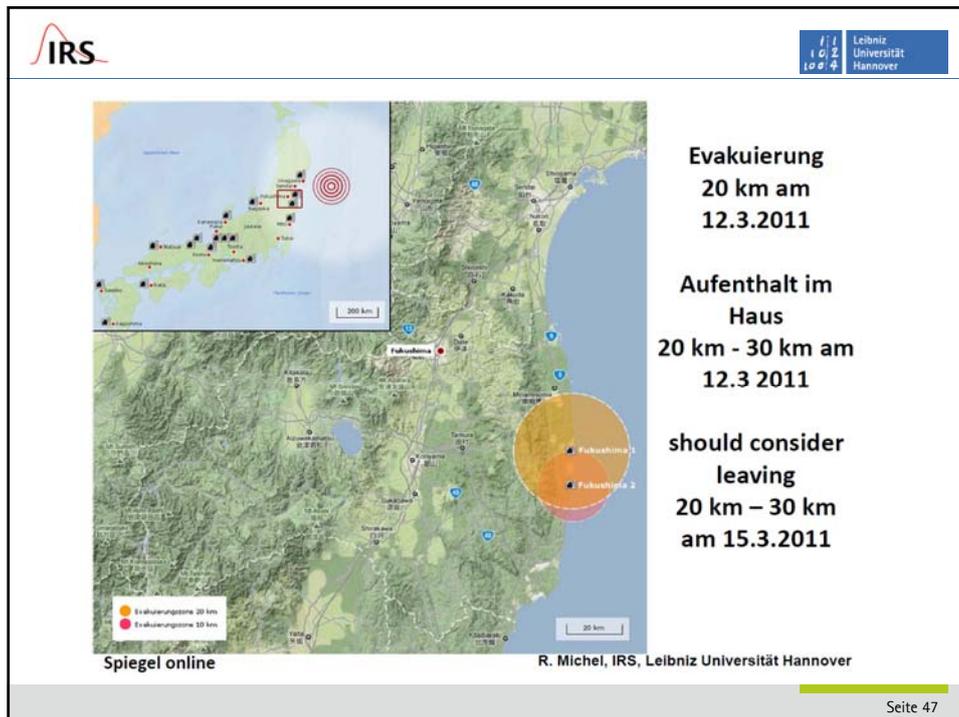
Data from TEPCO acc. to GRS

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 44

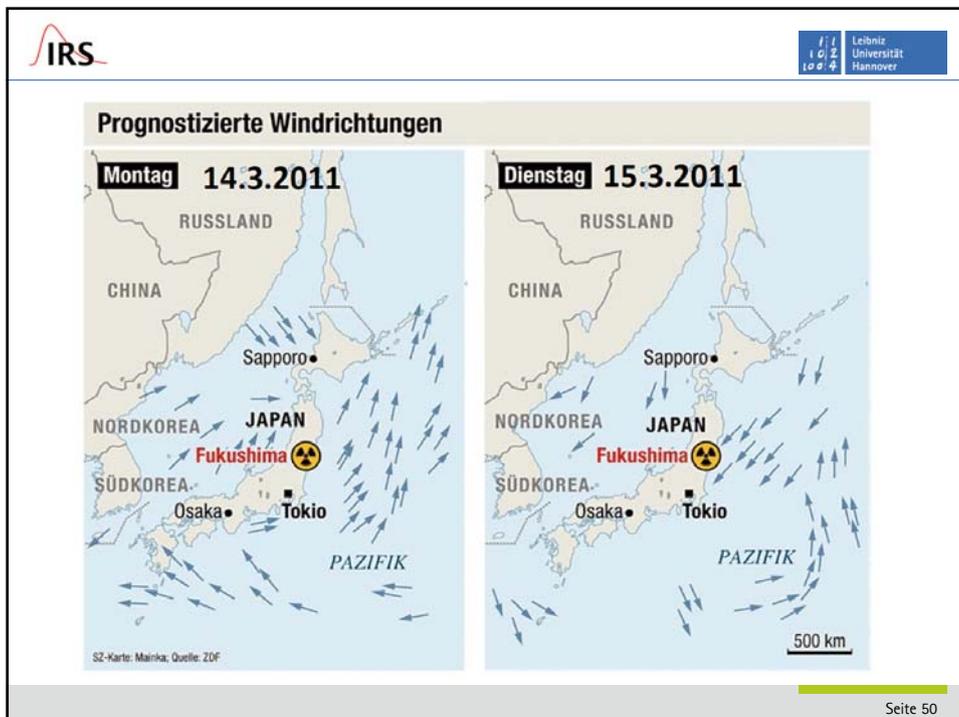
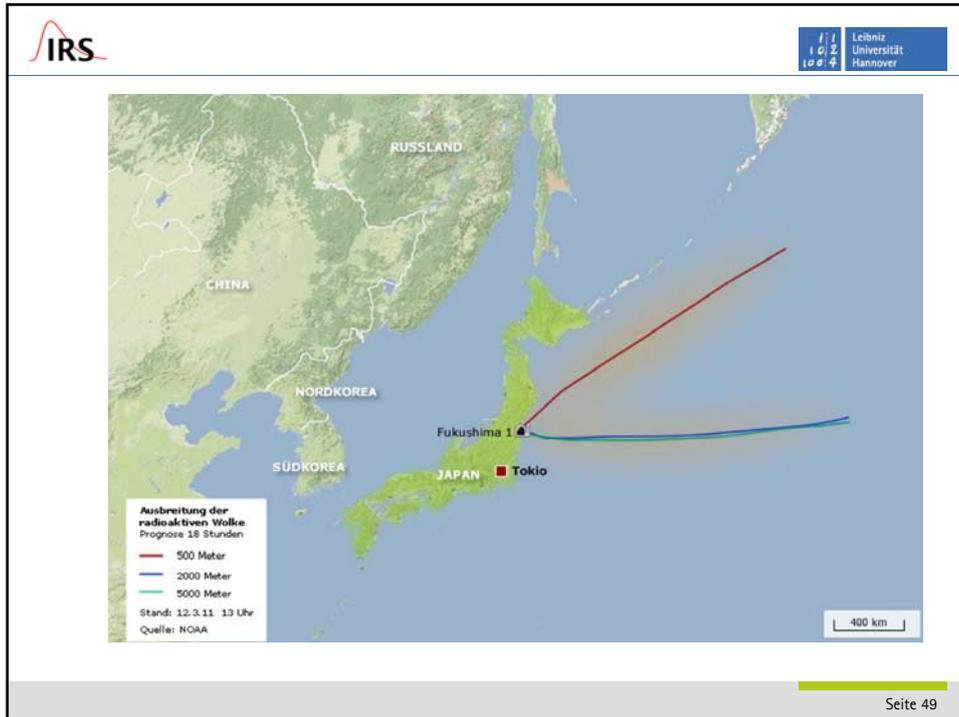


-
- Dosis durch Fallout wird dominiert durch
 - I-131 (HWZ 8 Tage)
 - Cs-134 (HWZ 2,1 Jahre)
 - Cs-137 (HWZ 30 Jahre)
 - Es werden keine nennenswerten Mengen von z.B. Plutonium oder Strontium in der Umgebung festgestellt.
- Seite 46



**Japanische Kriterien für
 "Aufenthalt im Haus" und Evakuierung**

Erwartete Dosis in μSv		
Effektive Dosis durch externe Bestrahlung	Effektive Dosis durch interne Bestrahlung oder Organdosis der Schilddrüse bei Kindern, der Knochenoberfläche oder der Lunge	Maßnahme
10 000 – 50 000	100 000 – 500 000	Aufenthalt im Haus
> 50 000	> 500 000	Evakuierung



IRS | Leibniz Universität Hannover

Disaster Prevention and Nuclear Safety Network for Nuclear Environment
 Nuclear Safety Division, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
 Disaster Prevention Network for Nuclear Environments
 Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

•Environmental radioactivity and radiation information

-Realtime radiation data collected via the System for Prediction of Environment Emergency Dose Information(SPEEDI)

Latest updated time 2011/03/14 00:40

Please choose the prefecture.

Prefecture	Maximum
Hokkaido	27nGy/h
Aomori	27nGy/h
Miyagi	Under survey
Fukushima	Under survey
Ibaraki	51nGy/h
Kanagawa	42nGy/h
Niigata	41nGy/h
Ishikawa	54nGy/h
Fukui/Kyoto	77nGy/h
Shizuoka	81nGy/h
Osaka	58nGy/h
Okayama/Tottori	34nGy/h
Shimane	43nGy/h
Ehime	24nGy/h
Saga/Nagasaki	33nGy/h
Kagoshima	43nGy/h

Legend: Normal (blue dot), Under survey (pink dot), Attention (yellow dot)

The above table is the space dose of governments in Japan.

Seite 53

IRS | Leibniz Universität Hannover

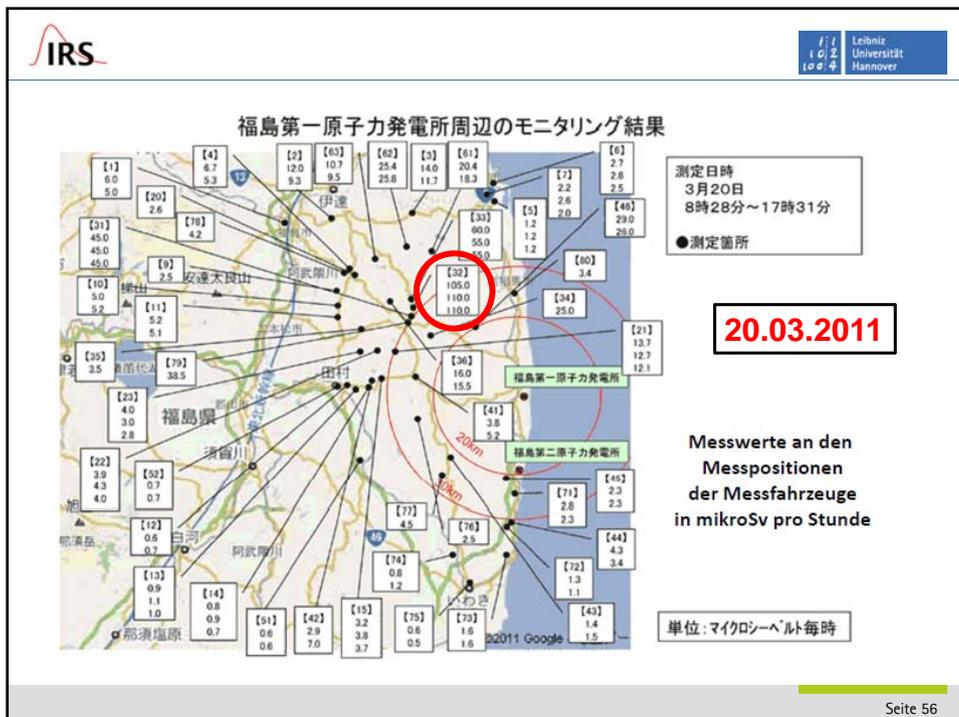
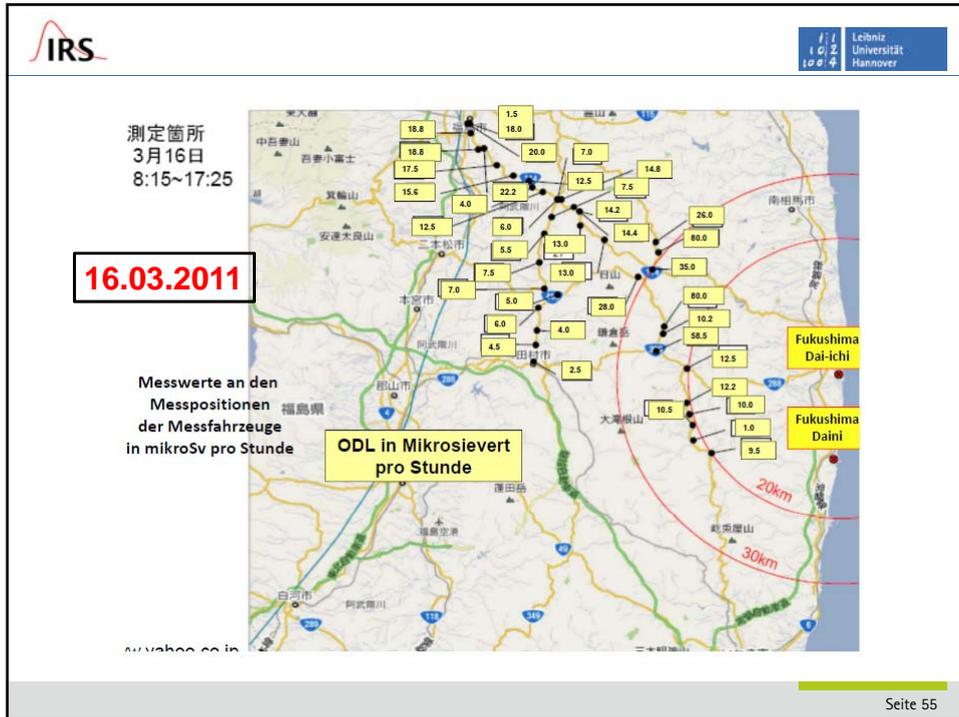
○測定箇所
 3月16日
 8:15~17:25

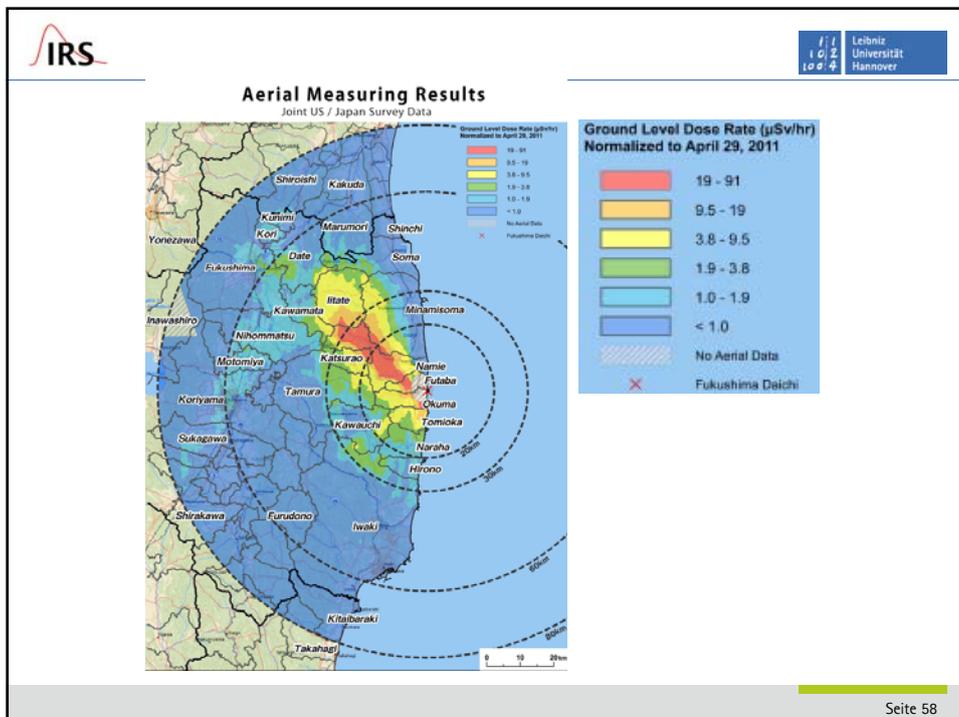
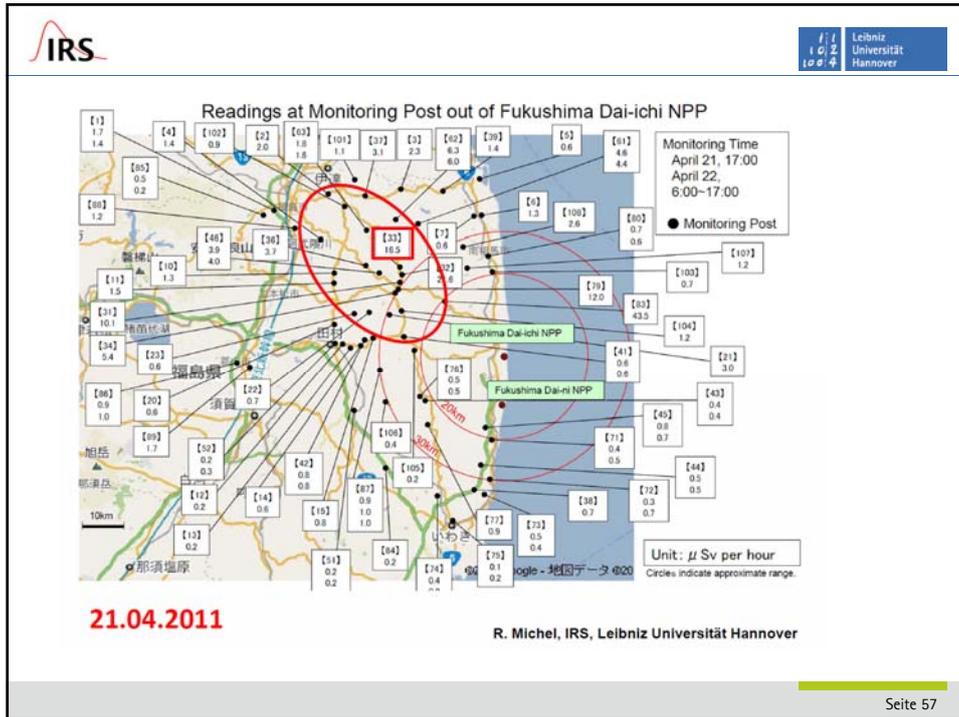
Messpositionen der Messfahrzeuge

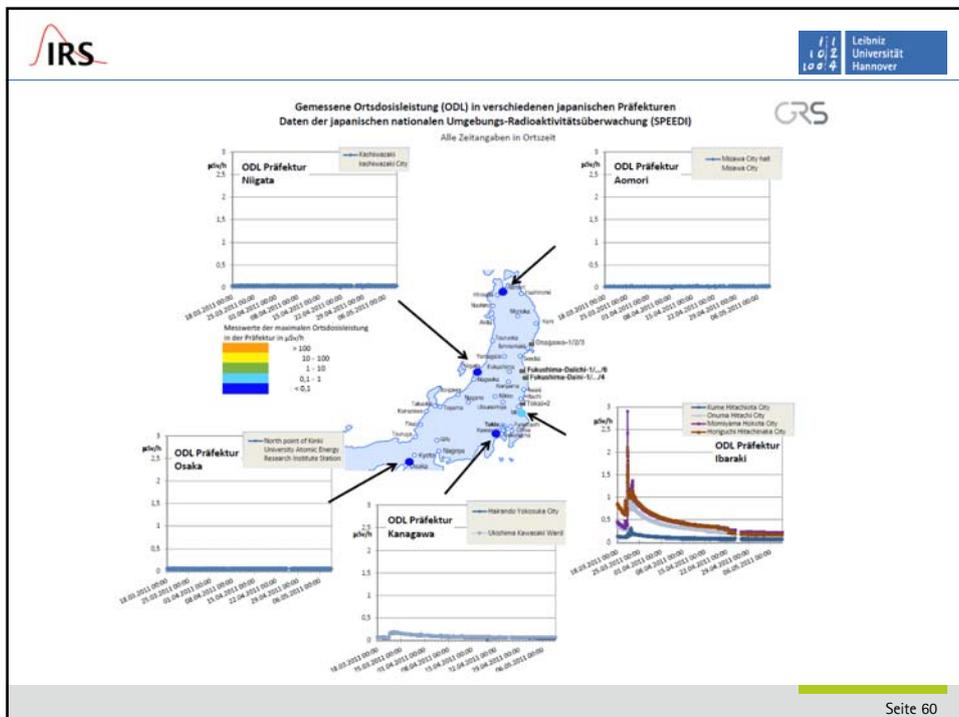
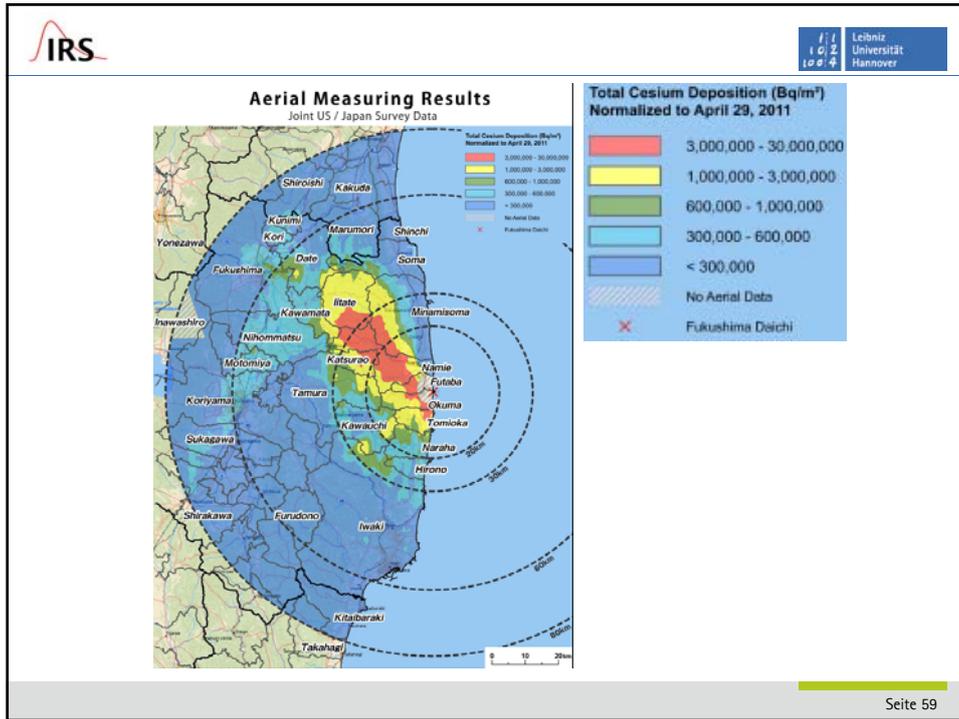
Fukushima Dai-ichi
 Fukushima Daini

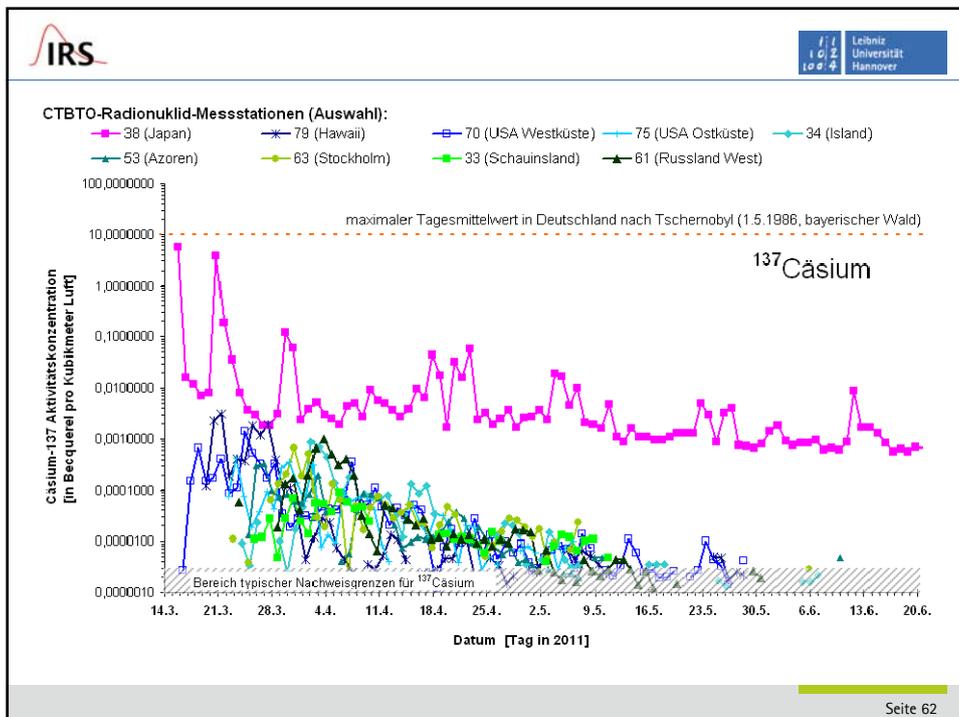
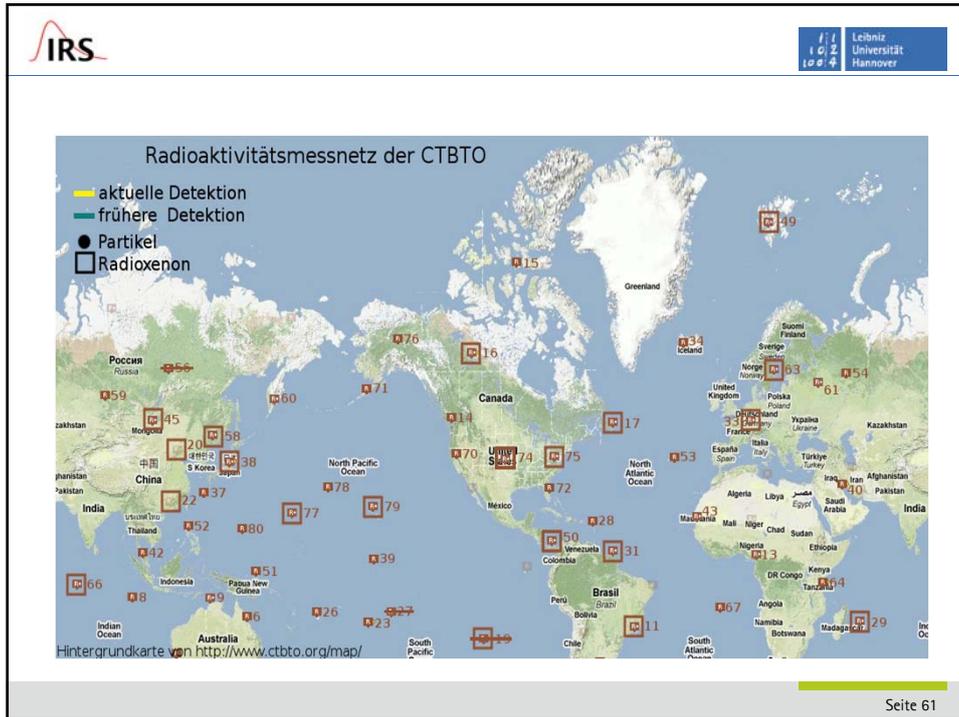
20km
 30km

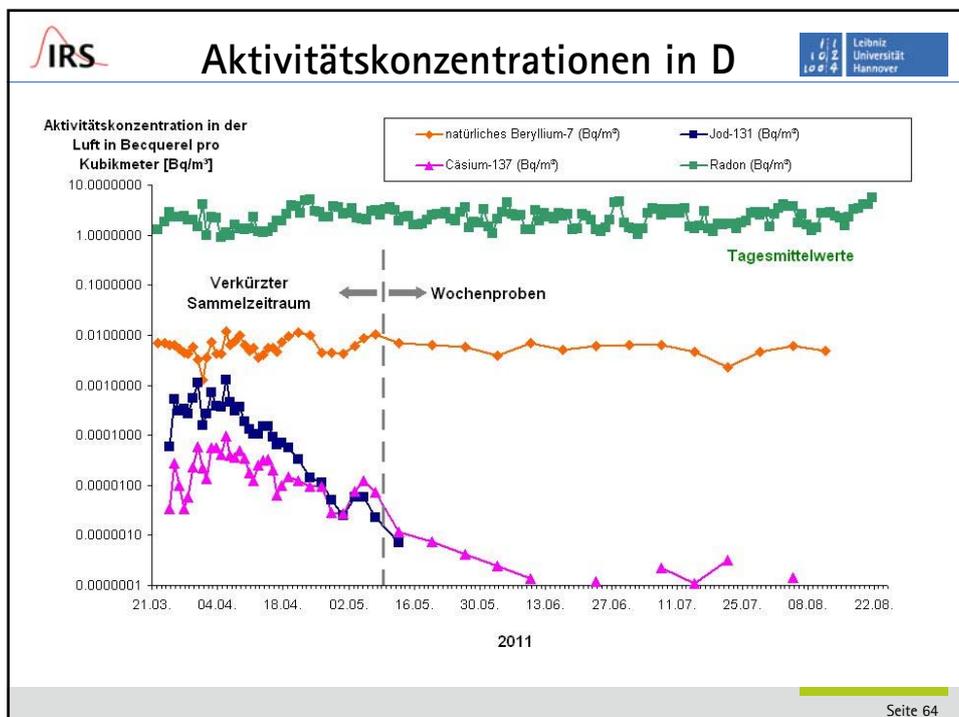
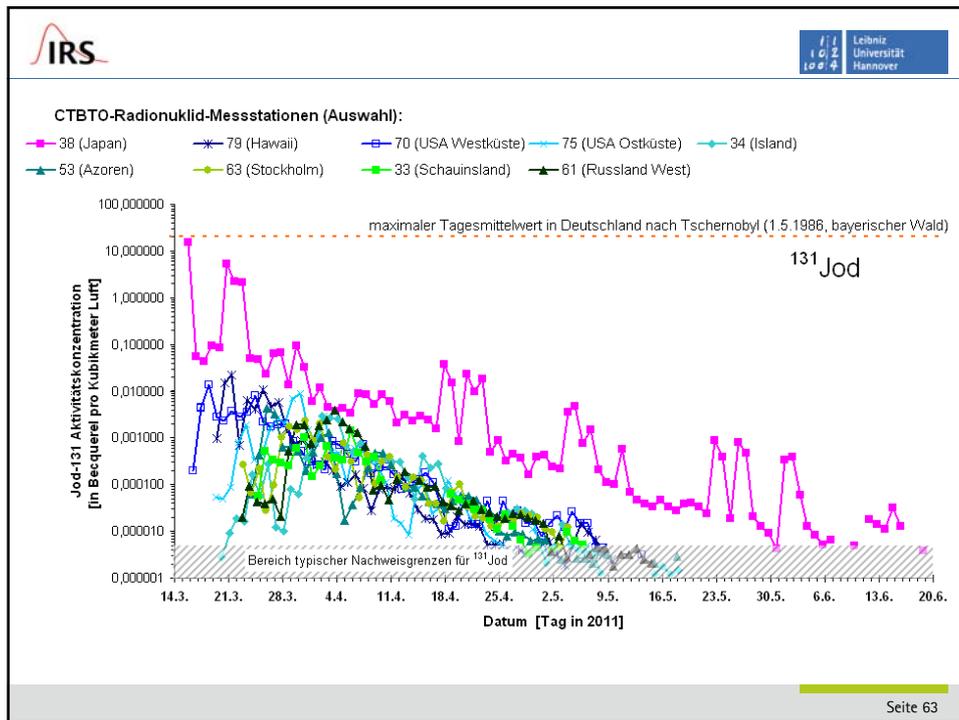
Seite 54















Leitungswasser in Japan

Seite 65

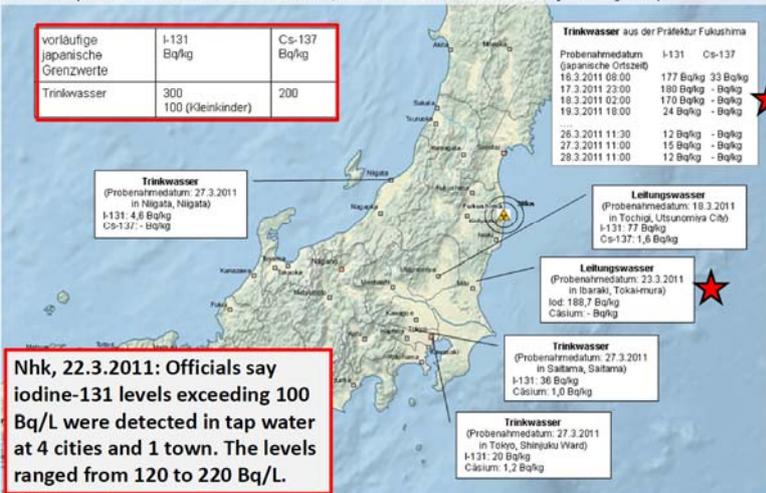


Frühe Daten bis 28.03.2011



Radioaktivitätskonzentration in Trink- und Leitungswasser
 (Ausgewählte Messwerte, die bis zum 28.3.2011 vorlagen – Quellen: MHLW,
 Ibaraki prefect Environment Radiation Observation Center, Fukushima-ken Environmental Radioactivity Monitoring Center)

vorläufige japanische Grenzwerte	I-131 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
Trinkwasser	300	200
	100 (Kleinkinder)	



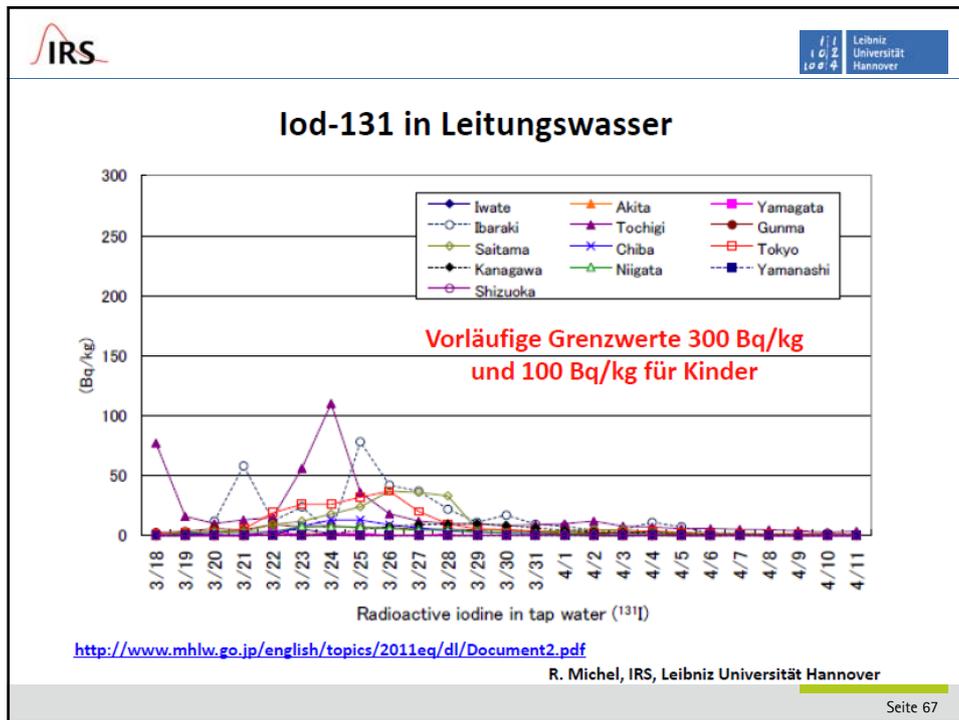
Trinkwasser aus der Präfektur Fukushima

Probenahmedatum (japanische Ortszeit)	I-131 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
18.3.2011 08:00	177	33
17.3.2011 22:00	180	-
18.3.2011 02:00	170	-
19.3.2011 18:00	24	-
26.3.2011 11:30	12	-
27.3.2011 11:00	15	-
28.3.2011 11:00	12	-

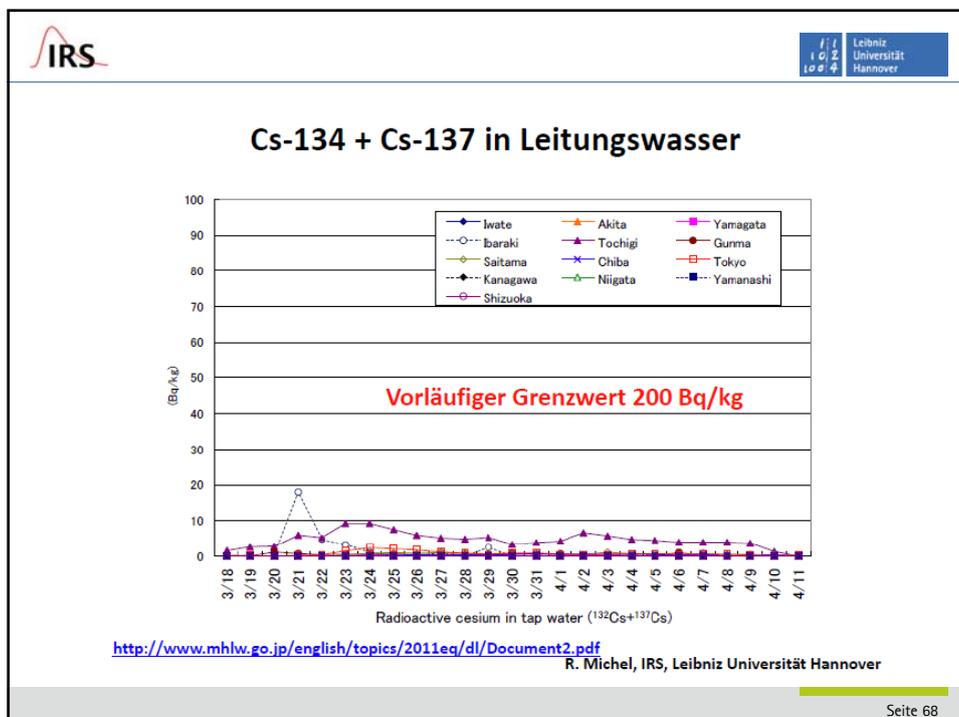
Nhk, 22.3.2011: Officials say iodine-131 levels exceeding 100 Bq/L were detected in tap water at 4 cities and 1 town. The levels ranged from 120 to 220 Bq/L.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 66



Seite 67



Seite 68




Radioaktivität in Lebensmitteln

Seite 69




Radioaktivität in Gemüse

Sampling date	Area / type of vegetable	Iodine 131	Caesium 137 et 134
18 mars 2011	Tochigi Prefecture - Spinach	2100 to 54100 Bq/kg	121 to 1931 Bq/kg
19 mars 2011	Tochigi Prefecture - Spinach - Leeks	3200 to 5700 Bq/kg 270 Bq/kg	460 to 790 Bq/kg 27 Bq/kg
	Ibaragi Prefecture - Spinach - Leeks	1900 and 11000 Bq/kg 440 Bq/kg	71 to 586 Bq/kg 7 Bq/kg
	Gunma Prefecture - Spinach - Leeks	2080 and 2630 Bq/kg 40 and 81,1 Bq/kg	268 to 310 Bq/kg 11,15 and 11,18 Bq/kg

These results indicate that for iodine 131 in spinach, the acceptable maximum level in Japan for marketing and the consumption of food products (2000 Bq/kg) are systematically exceeded in these territories. It is the same for radioactive caesium, but to a lesser extent (acceptable maximum level in Japan of 500 Bq/kg). The leeks, which offer a smaller leaf area in contact with the ambient air, seem less contaminated.

http://www.irsn.fr/EN/news/Documents/IRSN_fukushima-radioactivity-released-assessment-EN.pdf 22.3.2011

Seite 70




Übersicht über die Ergebnisse der Untersuchung von Cs-134 und Cs-137 in Nahrungsmitteln vom 19.3.2011 bis 26.6.2011

	Fukushima	Ibaraki	Tochigi	Chiba	Gumma
Milch & Milchprodukte	seit Mitte Mai	seit Ende April	nichts nachgew.	nichts nachgew.	nichts nachgew.
Fleisch & Eier	immer	immer	nichts nachgew.	nichts nachgew.	immer
Gemüse & Obst	Überschreitungen	seit Mai	seit Juni	immer	seit Mai
Fisch & Wasserprodukte	Überschreitungen	seit Juni	Immer	immer	nichts nachgew.

Besonderheiten bei Tee und Rindfleisch!

Legende:
 Überschreitungen: Es existieren Überschreitungen der provisorischen Grenzwerte
 seit Datum: permanente Unterschreitung der provisorischen Grenzwerte seit Datum
 immer: stets Unterschreitung der Grenzwerte
 nichts nachgew.: stets nichts nachgewiesen oder nur einzelne, nicht dosisrelevante Nachweise

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 71




Vermarktungsverbote und Empfehlungen, auf den Verzehr zu verzichten, werden von der japanischen Regierung erlassen.

Die Durchsetzung der Anordnungen und die Überwachung der Radioaktivität in Lebensmitteln ist Sache der Präfekturen.

R. Michel, IRS, Leibniz Universität Hannover

Seite 72




Kurzvergleich

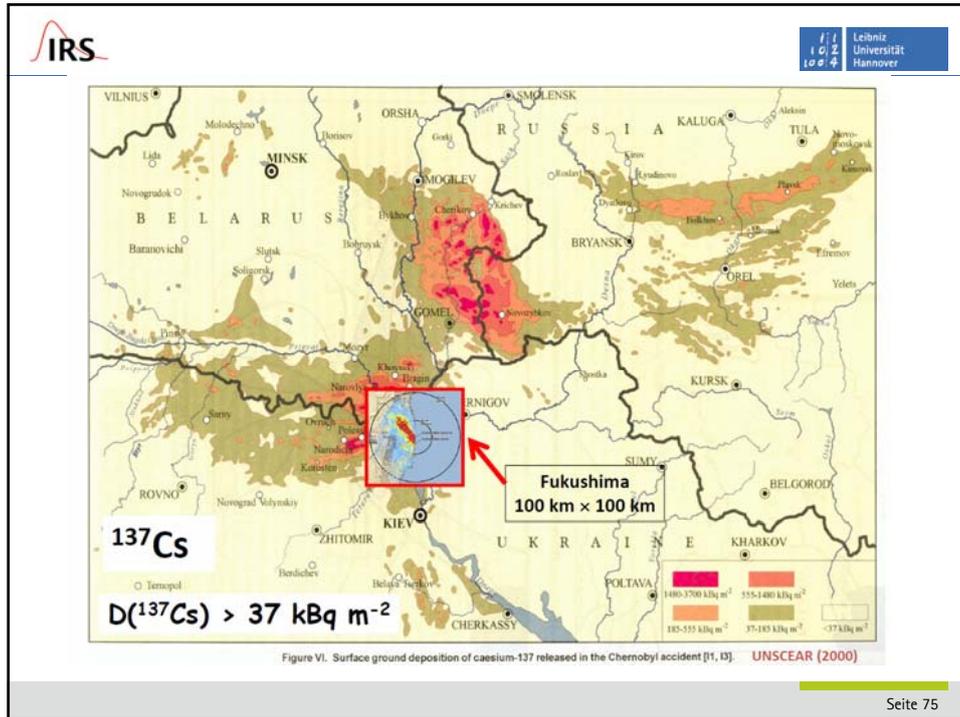
Tschernobyl vs. Fukushima

Seite 73




Tschernobyl	Fukushima
graphit-moderierter, wassergekühlter Siedewasserreaktor mit Druckröhren	wasser-moderierter, wasser-gekühlter Siedewasserreaktor mit Reaktordruckbehälter
kein Sicherheitsbehälter (Containment)	Sicherheitsbehälter
Nukleare und chemische Explosion des Reaktorkerns	Wasserstoffexplosion nach Kernschmelze
Keine Rückhaltung der Radionuklide wegen offenem Reaktorkern	Rückhaltung vieler Radionuklide im RDB, in der Kondensationskammer und im Sicherheitsbehälter
Freisetzung von allen Radionukliden, auch Sr und Pu in großen Mengen in der näheren Umgebung	Freisetzung von Edelgasen, Iod- und Cs-Radionukliden; Sr und Pu vernachlässigbar
Großräumige Verfrachtung der Radioaktivität in USSR und Europa	kleinräumige Verfrachtung über Nordjapan; großräumige Verfrachtung über Pazifik
In Tschernobyl wurde um ca. eine Größenordnung mehr Radioaktivität freigesetzt als in Fukushima; ganz anderer Nuklidvektor	

Seite 74



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

THE END

Seite 76