

Neun Monate nach der Reaktorkatastrophe von Fukushima

Wie ist die Lage vor Ort?
Welche Folgen gibt es bei uns?

Helmut Fischer, Universität Bremen

7. Dezember 2011

Vortragsaufbau

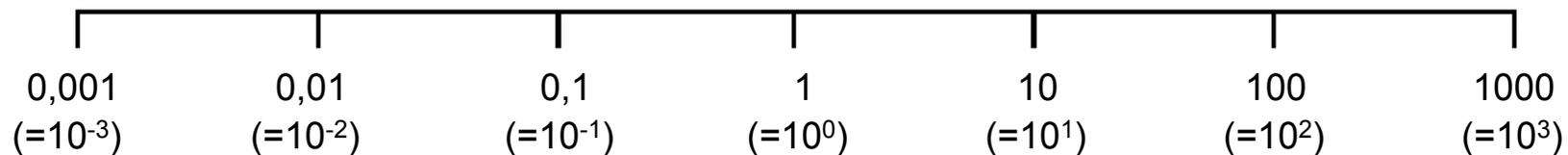
- mathematisches „Handwerkszeug“ (1 Folie)
- Fachwissen 1: Kernspaltung, Radioaktivität
- Rückblick: Situation nach Erdbeben und Tsunami
- aktueller Technischer Zustand der Anlagen
- aktuelle Umweltsituation
- Fachwissen 2: Strahlung, Dosis, Gefahren
- Situation für die Bevölkerung in Japan
- Auswirkungen bei uns

Mathematisches Handwerkszeug

- „**Exponentialschreibweise**“ für sehr große und sehr kleine Zahlen:

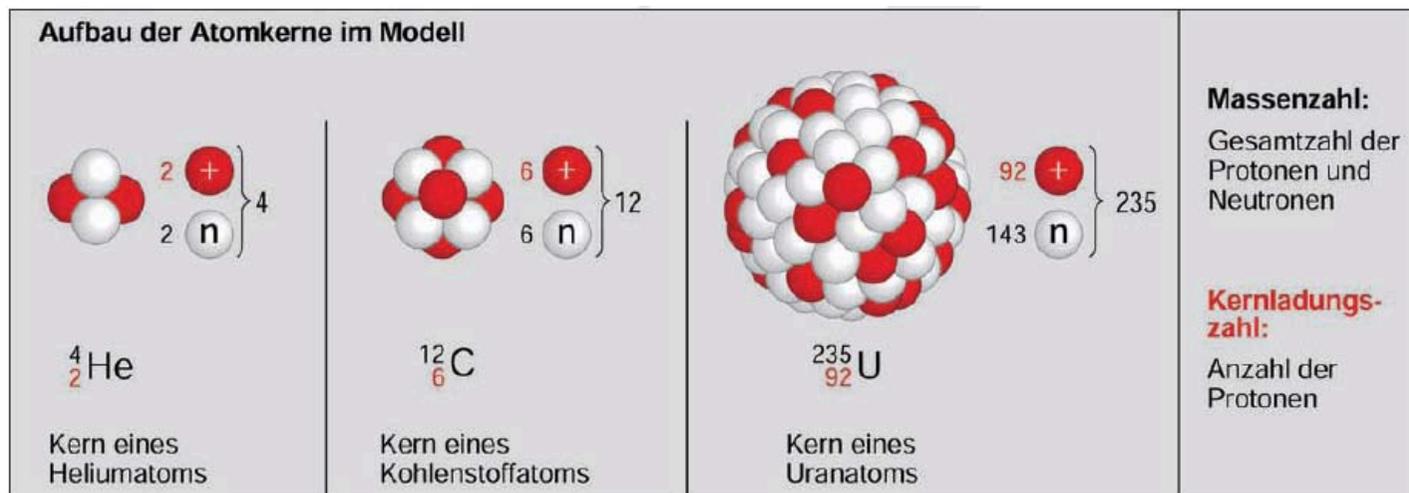
1 Million	= 1000000	= 10^6 („10 hoch 6“)
1 Millionstel	= 0,000001	= 10^{-6} („10 hoch minus 6“)
- **Abkürzungen für große und kleine Einheiten:**

k (Kilo, 10^3)	M (Mega, 10^6)	G (Giga, 10^9)	T (Tera, 10^{12})	P (Peta, 10^{15})
m (Milli, 10^{-3})	μ (Mikro, 10^{-6})	n (Nano, 10^{-9})	p (Pico, 10^{-12})	f (Femto, 10^{-15})
- „**Logarithmische Skalen**“ um gleichzeitig sehr große und sehr kleine Messgrößen darstellen zu können (Beispiel: Richter-Skala!)



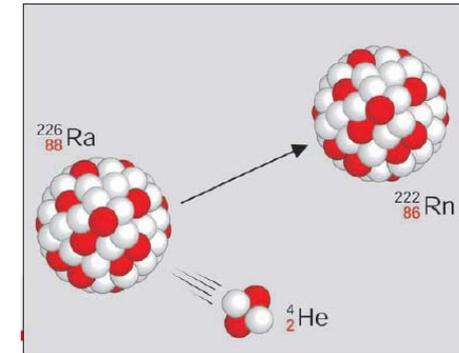
Atomaufbau, Radioaktivität

- Unterschiedliche Anzahl von Protonen und Neutronen führt zu den verschiedenen Elementen (z.B. Helium, Kohlenstoff, Uran, ...)
- Für jedes Element gibt es ein optimales Verhältnis von Protonen und Neutronen im Kern
- Ist dieses Verhältnis stark gestört, ist der Kern instabil – er wandelt sich unter Aussendung von Strahlung in einen stabileren um - er ist „radioaktiv“

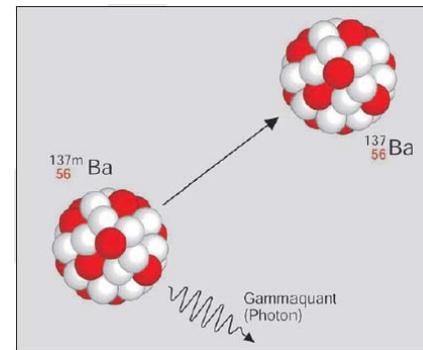


Atomaufbau, Radioaktivität

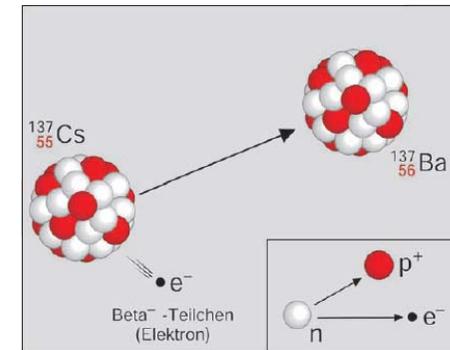
- Es gibt verschiedene Zerfallsarten, die unterschiedliche Strahlungen produzieren (α , β , γ)
- Die ausgesandte Strahlung ist sehr energiereich und kann „ionisieren“, d.h. aus Atomen und Molekülen Elektronen herausschlagen (und so Zellen schädigen)
- Die Strahlung ist messtechnisch sehr gut nachweisbar



Alphazerfall



Gamma"zerfall"



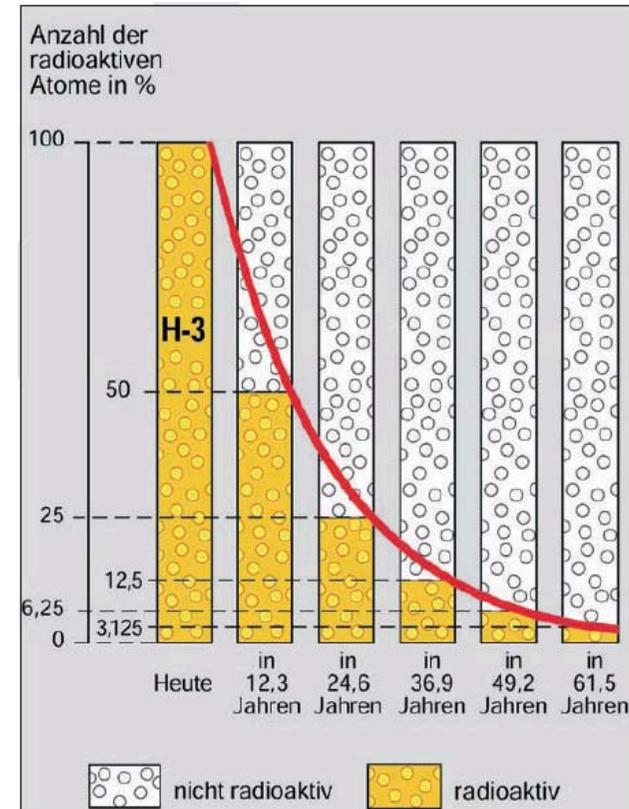
Betazerfall

Atomaufbau, Radioaktivität

Radioaktive Stoffe sind charakterisiert durch

- die ausgesandte Strahlenart (Alpha, Beta, Gamma)
- die Energie der Strahlung
- die Schnelligkeit der Umwandlung, gemessen in der Zeit in der die Hälfte der Kerne zerfallen ist: „**Halbwertszeit**“
- Die Maßeinheit der Quellstärke oder „**Aktivität**“ ist das **Becquerel (Bq)**, 1 Bq entspricht 1 Zerfall pro Sekunde

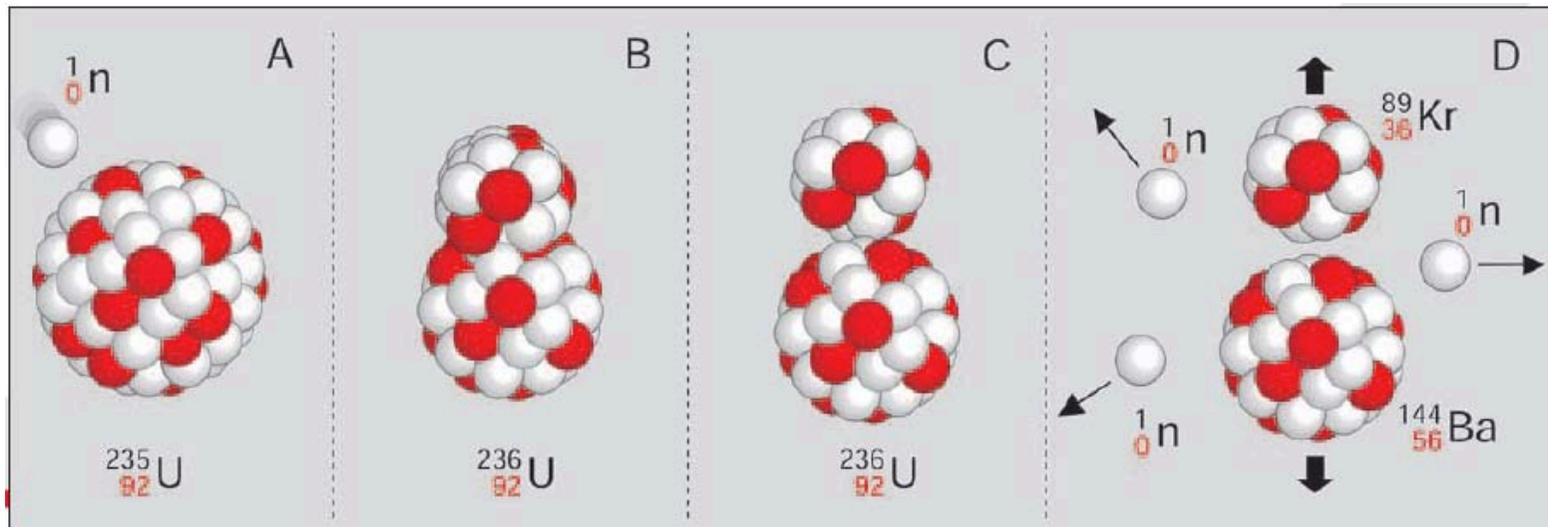
(alte Einheit: Curie (Ci), 1 Ci entspricht 37 Milliarden Zerfällen pro Sekunde, $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$)



Zerfall radioaktiven Wasserstoffs (Tritium): Halbwertszeit 12,3 Jahre

Kernspaltung

Manche schwere Kerne wie **Uran-235 (natürlich)** und **Plutonium-239 (künstlich)** können durch Beschuss mit Neutronen gespalten werden und setzen dabei selber wieder Neutronen (und Energie) frei



Spaltung von Uran-235

Kernspaltung

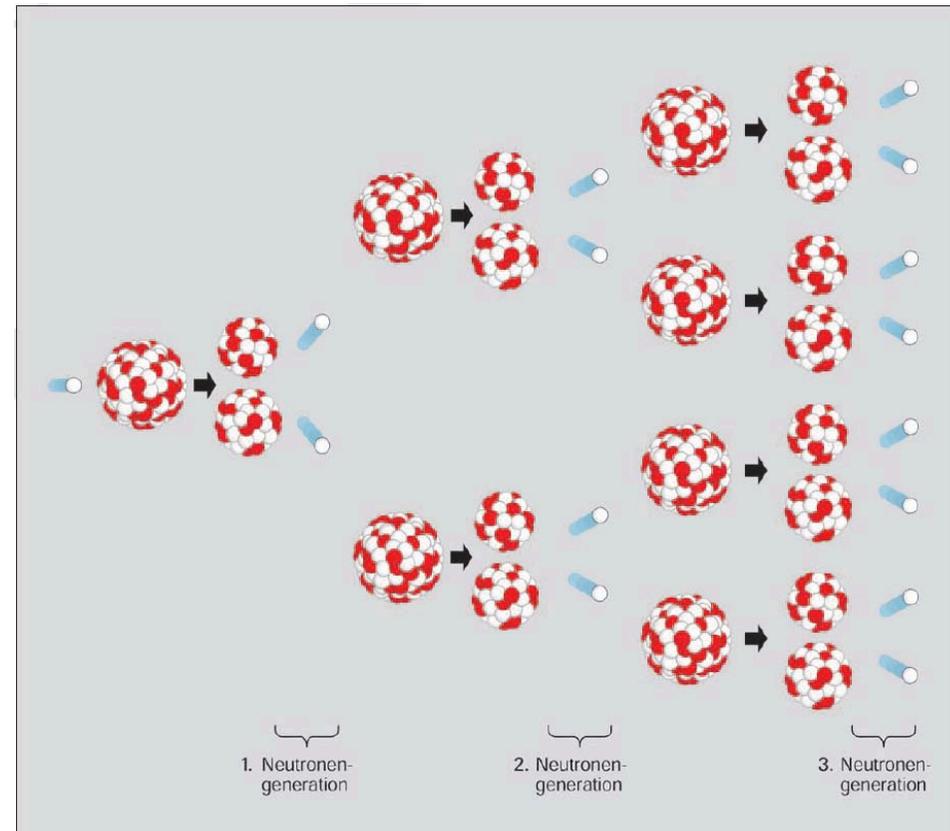
Die erzeugten Neutronen können zu weiteren Spaltungen genutzt werden

-> es entsteht eine **Kettenreaktion**

schnell: „**Atombombe**“

langsam: „**Kernreaktor**“ - die Energie der Teilchen kann (als Wärme) aufgefangen werden

Energieausbeute pro kg:
millionenfach höher als z.B. bei der Verbrennung von Kohle
(Prozess der Elektronenhülle)



Kettenreaktion

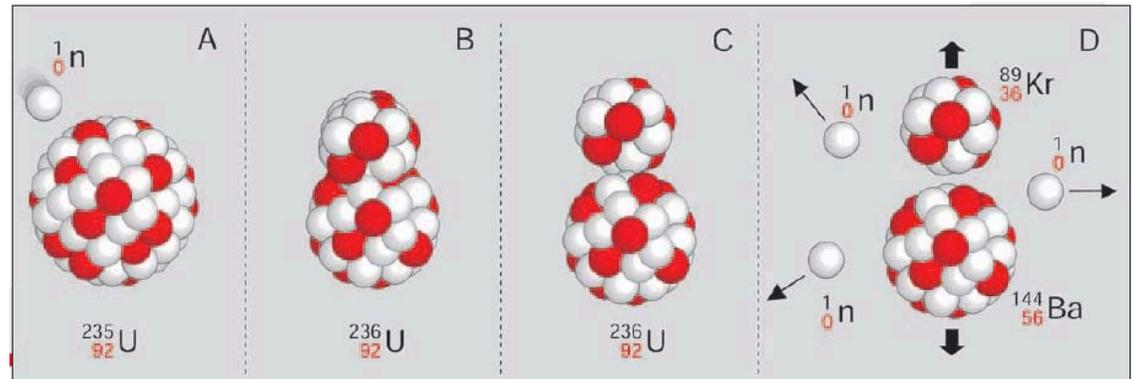
Kernspaltung

Die Bruchstücke der Kernspaltung
haben zu viele Neutronen:

sie sind radioaktiv

Es entsteht eine Vielzahl von
Spaltprodukten mit unterschiedlichsten Halbwertzeiten
(Sekunden bis viele Jahre)

Der Zerfall setzt große
Energien freisetzen!

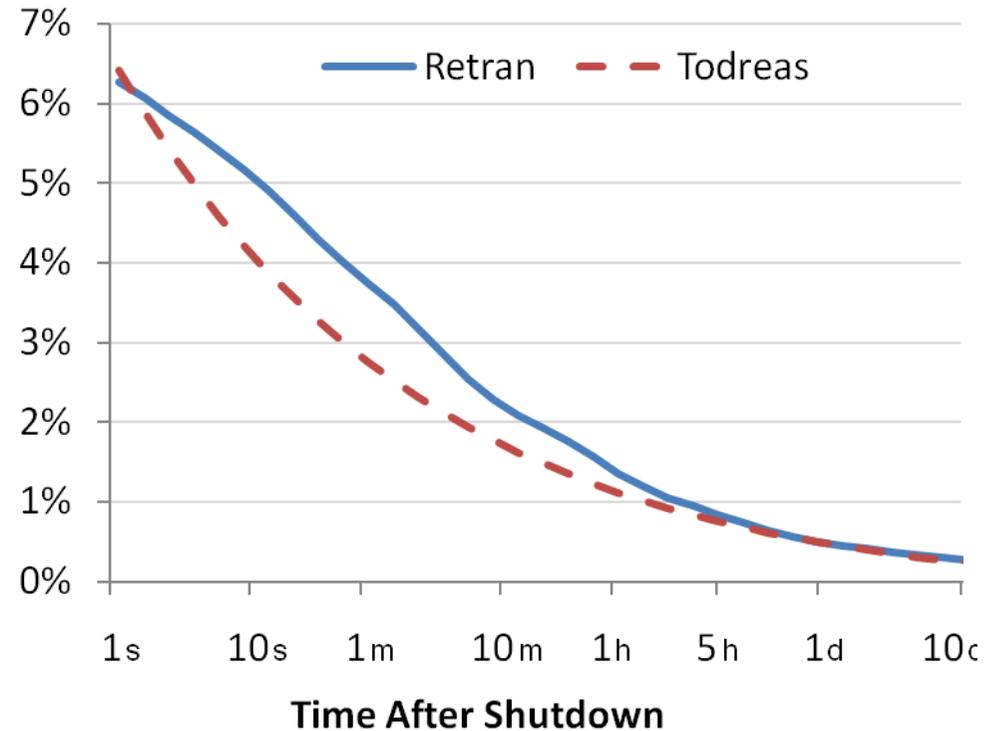


Zerfallswärme

Die „Zerfallswärme“ trägt mit 5 bis 10% zur Energieerzeugung bei

Sie fällt nach Unterbrechung der Kettenreaktion weiterhin an („Nachzerfallswärme“)

Bei 2000 MW_{th} entspricht dies 100 bis 200 MW (dies reicht aus um ca. 50 l Wasser pro Sekunde zu verdampfen)



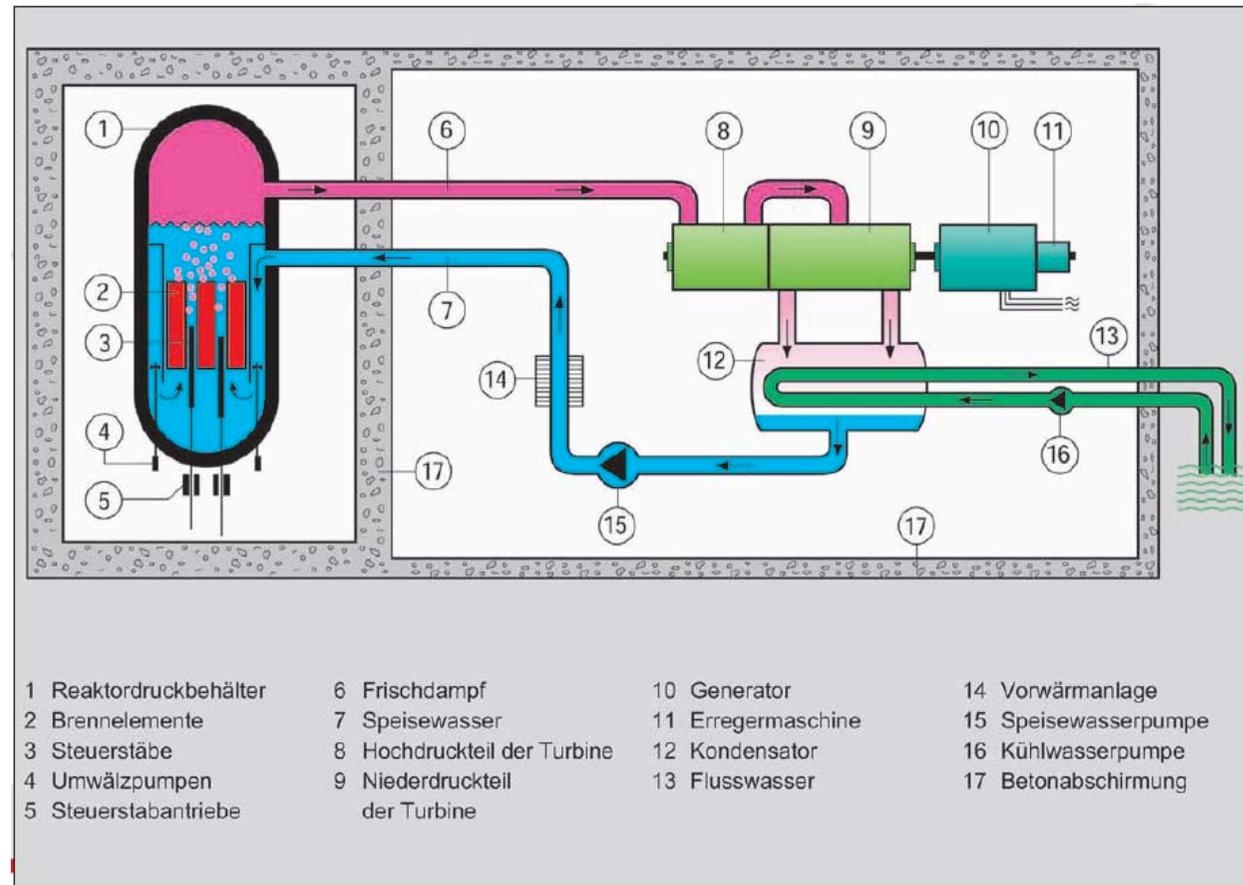
*Absinken der Nachzerfallswärme nach Reaktorschnellabschaltung
(berechnet, in % der Reaktorleistung)*

Kernreaktor

Die Kettenreaktion wird durch Steuerstäbe geregelt

Die freigesetzte Energie bringt Wasser zum Sieden

Der erzeugte Dampf treibt eine Turbine an, diese wieder einen Generator

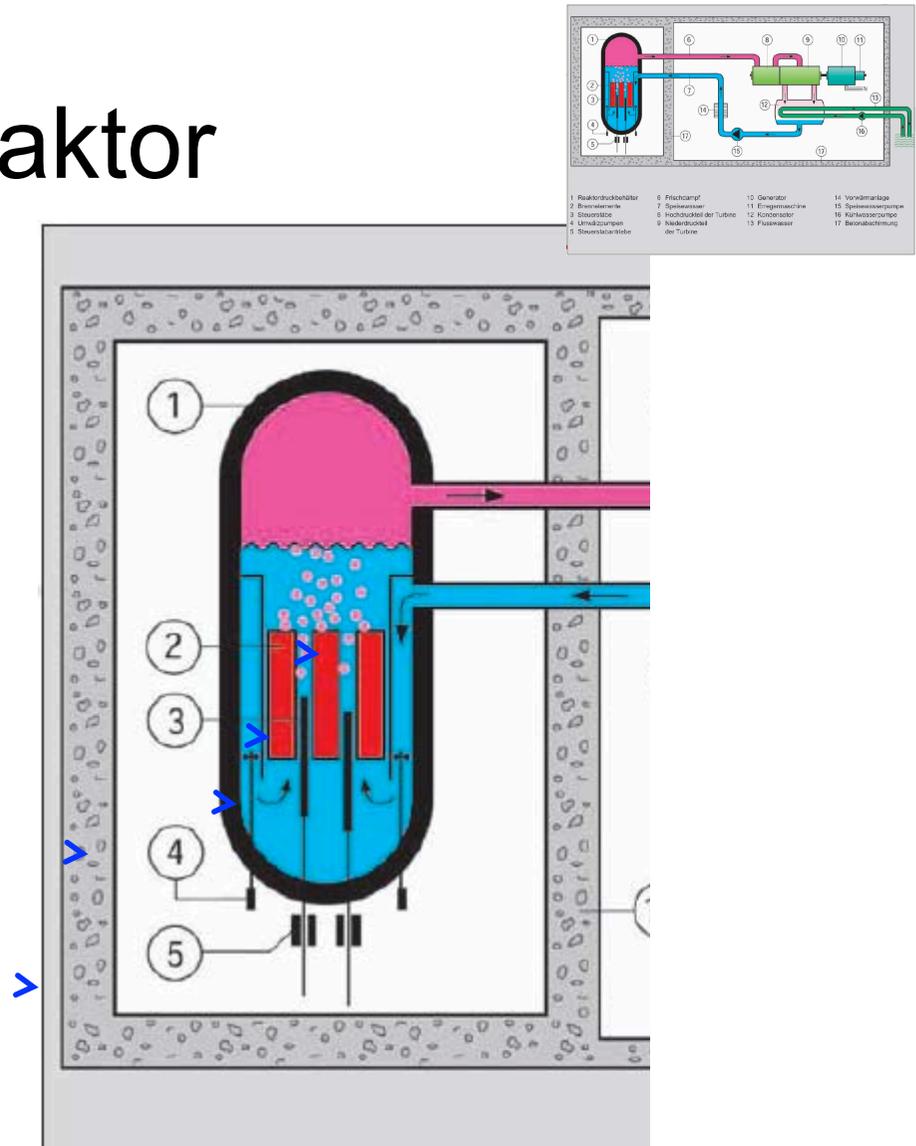


Schema eines Siedewasserreaktors (wie Fukushima oder Krümmel)

Kernreaktor

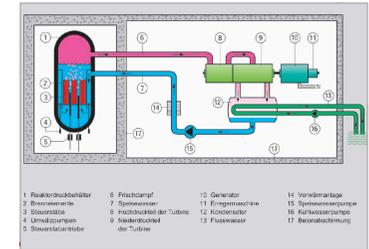
Barrieren für für Spaltprodukte
zwischen Brennstoff und Umwelt:

- Brennstoffmatrix (Keramik)
- Brennstab-Hüllrohre
- Reaktordruckbehälter
- Sicherheitsbehälter
(„containment“)
- Reaktorgebäude
(„secondary containment“)



Radioaktive Spaltprodukte

„Kerninventar“ eines großen Reaktors (3700 MW_{th}) nach langer Betriebszeit in Bq, Auswahl wichtiger Isotope (Quelle: SSK) :



Isotop	Halbwertszeit	sofort	Nach 5 Tagen Abklingzeit
I-131	8 Tage	$3,6 \cdot 10^{18}$	$2,4 \cdot 10^{18}$
I-133	20,8 Std.	$7,6 \cdot 10^{18}$	$1,4 \cdot 10^{17}$
Cs-134	2,06 Jahre	$3,5 \cdot 10^{17}$	$3,5 \cdot 10^{17}$
Cs-136	13,2 Tage	$1,3 \cdot 10^{17}$	$1,0 \cdot 10^{17}$
Cs-137	30,2 Jahre	$3,0 \cdot 10^{17}$	$3,0 \cdot 10^{17}$
Sr-90	28,6 Jahre	$2,2 \cdot 10^{17}$	$2,2 \cdot 10^{17}$
Pu-239	24100 Jahre	$1,2 \cdot 10^{15}$	$1,2 \cdot 10^{15}$
Pu-241	14,3 Jahre	$3,2 \cdot 10^{17}$	$3,2 \cdot 10^{17}$
Summe über alle Isotope		$7,9 \cdot 10^{20}$	$1,0 \cdot 10^{20}$

Fukushima im März 2011



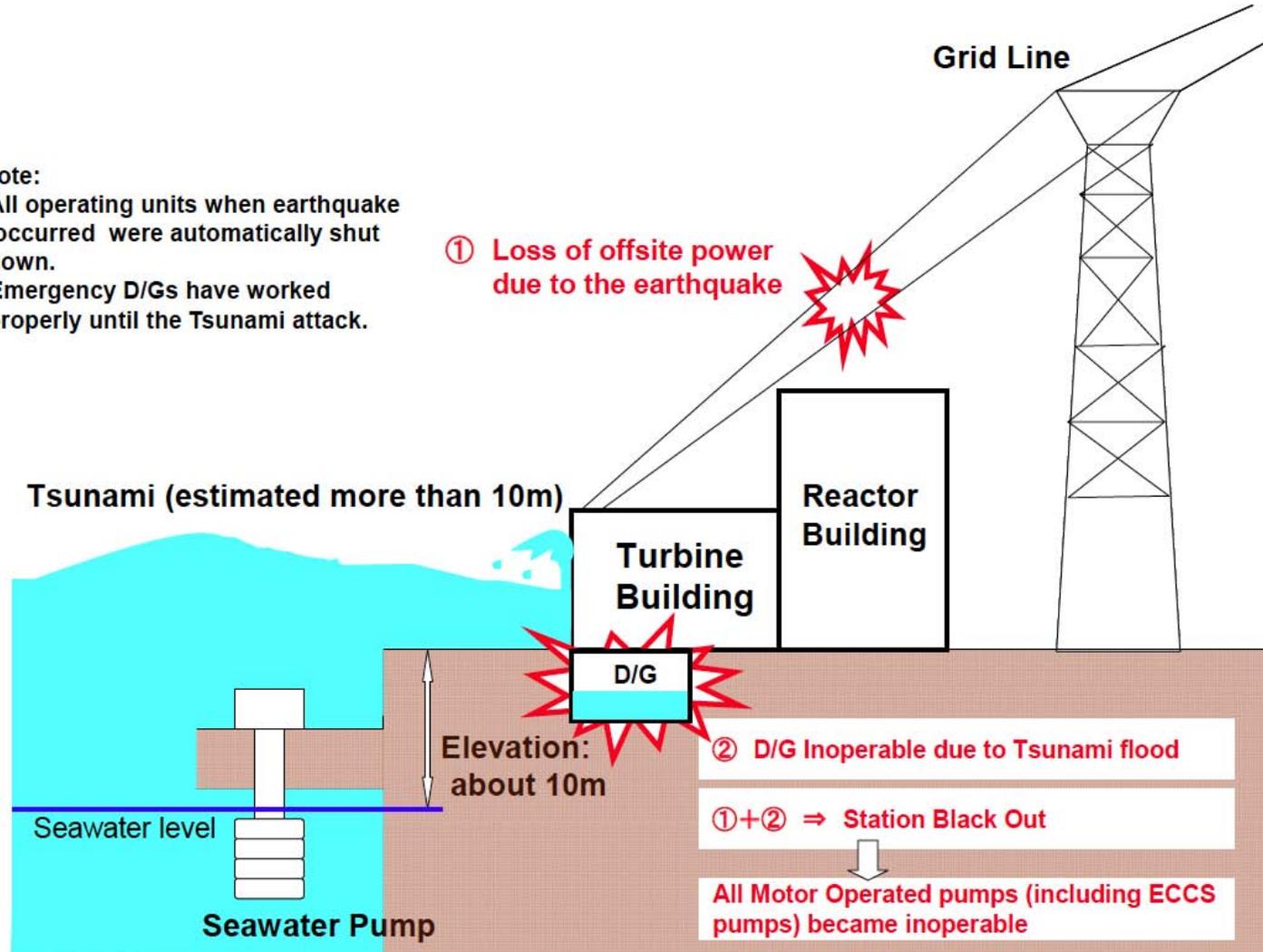
Fukushima im März 2011

- Blöcke 1, 2 und 3 zur Zeit des Erdbebens in Betrieb, automatische Schnellabschaltung
- Ausfall der Notstromaggregate durch den Tsunami
- Zerstörungen an Reaktorgebäuden durch Explosionen
- Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe
- Bevölkerung aus der Umgebung evakuiert
- Behelfskühlung durch Meerwasser
- Zeitweise hohe Strahlungspegel
- Zeitweise Personal evakuiert
- Messwerte lassen auf Kernschäden schließen

3-2. Major root cause of the damage

Note:

- All operating units when earthquake occurred were automatically shut down.
- Emergency D/Gs have worked properly until the Tsunami attack.



12

Fukushima im März 2011



Noch viele rote Felder – die Anlagen waren immer noch gefährdet

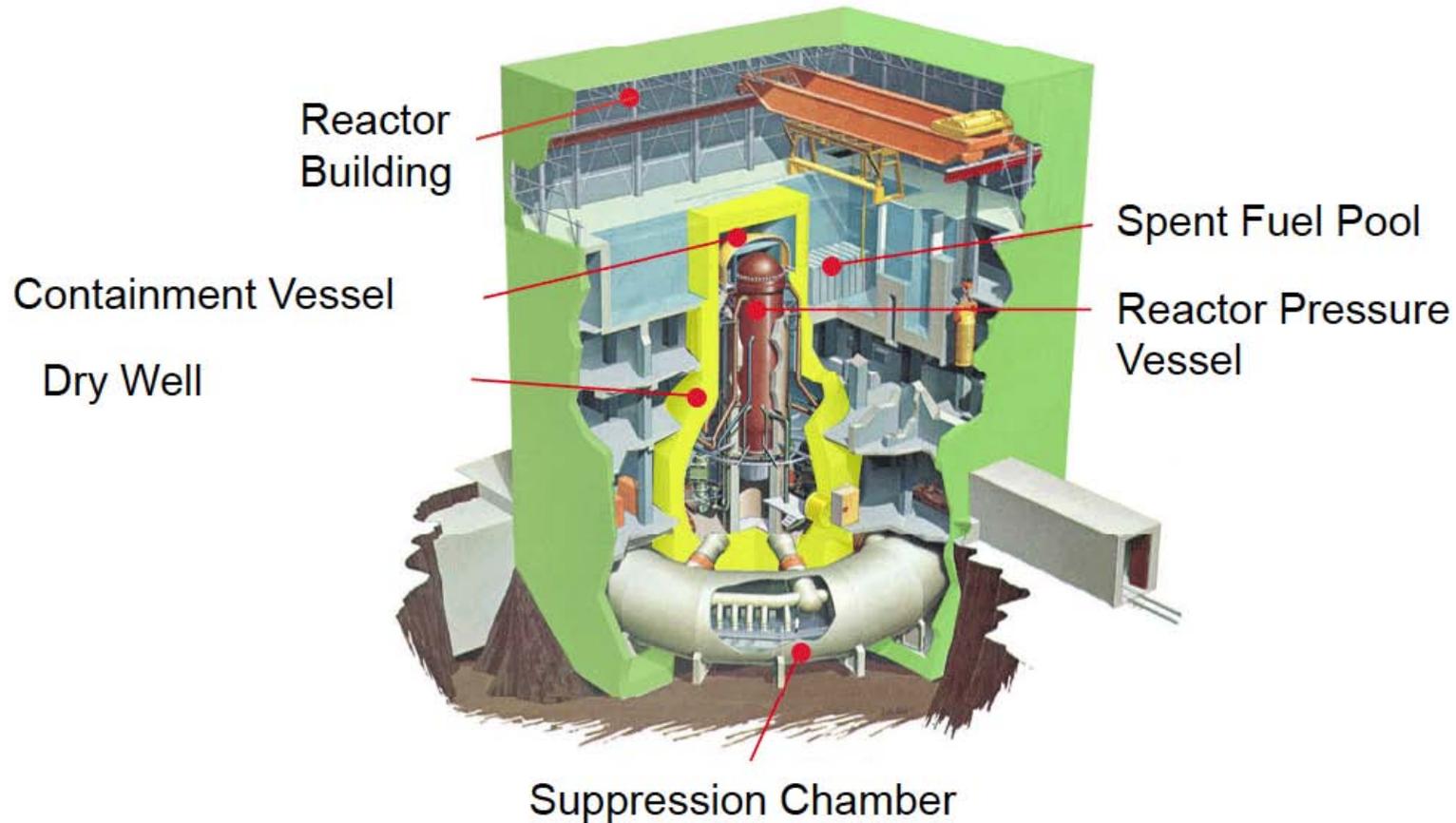
Zustand des Kernkraftwerks in Fukushima Nr. 1 (Daichi) am 31. März 2011 um 14:00 Uhr (MESZ)

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	unbeschädigt	Schaden und Leck vermutet	nicht beschädigt	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)	Lüftungslöcher 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 Frischwasser)	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Frischwasser)	wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Frischwasser)	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Wassereinspeisung in Sicherheitsbehälter	(wird bestätigt)	noch zu entscheiden (Meerwasser)	(wird bestätigt)	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	Wassereinspeisung hat begonnen (Frischwasser)	Wassereinspeisung wird fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Frischwasser)	Wasserbesprühung und -einspeisung fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Frischwasser)	Wasserbesprühung und -einspeisung fortgesetzt (Wechsel von Meer- zu Frischwasser), Wasserstoffexplosion am 15.03.	Abklingbeckenkühlungsfähigkeit wieder hergestellt	Abklingbeckenkühlungsfähigkeit wieder hergestellt
Betreuungs- und Funktionsfähigkeit 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	<ul style="list-style-type: none"> • Status auf der Anlage Fukushima-Daiichi: Strahlungswerte: 0,93 mSv/h an der Südseite des Verwaltungsgebäudes, 150 µ Sv/h am Haupttor, 70 µ Sv/h am Westtor am 31.03. um 15:00 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 am Boden des KKW Fukushima Daiichi gemessen. Die Plutoniumkonzentration entspricht jener der normalen Umwelt, in etwa den in Japan zur Zeit oberirdischer Kernwaffentests gemessenen Werte und ist unschädlich für den menschlichen Körper. Meerwasserproben vom Küstenwasser in der Umgebung der Anlage mit Nachweise radioaktiven Materials oberhalb regulärer Grenzwerte werden seit dem 21.03.2011 gefunden. Um den Faktor 4,385 erhöhte Werte radioaktiven Jods I-131 wurde am 30.03.2011 gemessen. • 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. Es wurde geraten in diesen Regionen das Leitungswasser nicht zu trinken. Dieser Rat wurde bis auf vier Städte und Dörfer in der Region Fukushima am 28.03. aufgehoben. 					
Evakuierungszone	20 km um Kernkraftwerk (12.3.2011); *Menschen, die zwischen 20 und 30 km von KKW Fukushima 1 Daiichi entfernt leben, müssen im Haus bleiben (15.03.2011) bzw. sollten erwägen, fortzugehen (25.03.2011).					
Quelle: Governmental Emergency Headquarters: News release (-/3/31 15:00); Pressekonferenz; Nuclear and Industrial Safety Agency (NISA): News release (-/3/31 15:00), Pressekonferenz; TEPCO: Pressemitteilung (-/3/31 15:00), Pressekonferenz.				Sicherheitstechnische Bewertung durch JAIF:		
				hoch	mittel	niedrig

Tabelle des JAIF, Japan Atomic Industrial Forum, Inc.

Übersetzt durch Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mBH, Köln.

2-2. Overview of Mark-1 Type BWR (Unit 1,2,3 and 4)



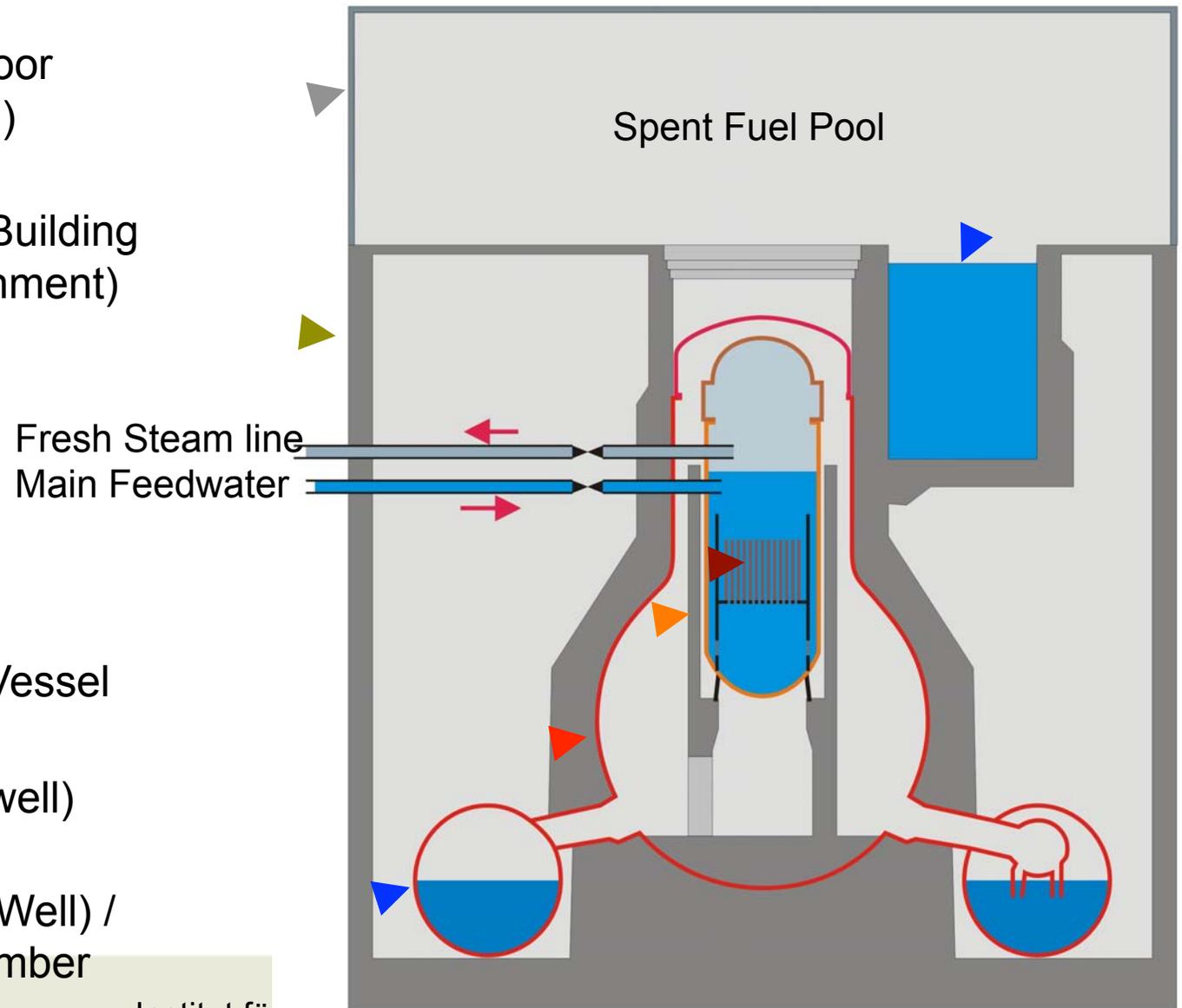
出典 : http://nei.cachefly.net/static/images/BWR_illustration.jpg

The Fukushima Daiichi Incident

1. Plant Design

- ▶ Reactor Service Floor (Steel Construction)
- ▶ Concrete Reactor Building (secondary Containment)

- ▶ Reactor Core
- ▶ Reactor Pressure Vessel
- ▶ Containment (Dry well)
- ▶ Containment (Wet Well) / Condensation Chamber



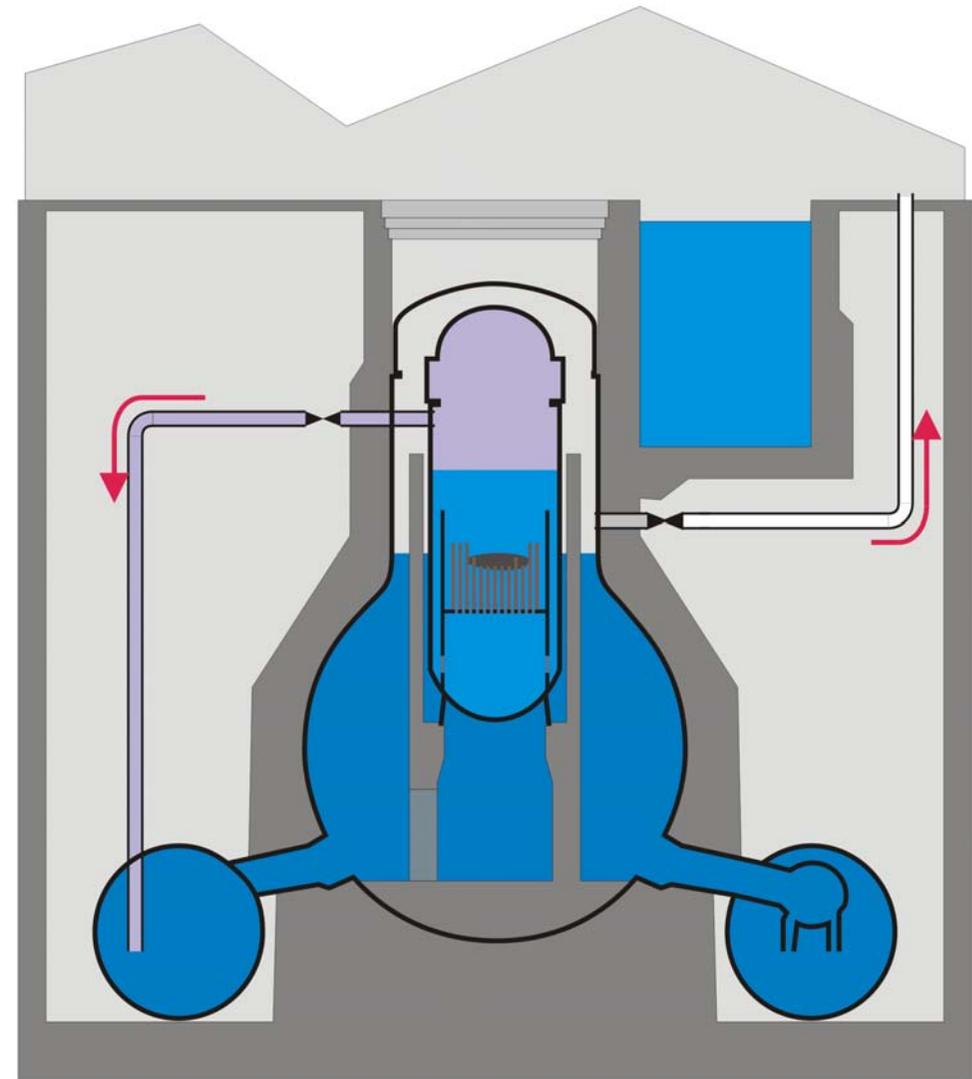
The Fukushima Daiichi Incident

2. Accident progression

- ▶ Current status of the Reactors
 - ◆ Core Damage in Unit 1,2, 3
 - ◆ Building damage due to various burns Unit 1-4
 - ◆ Reactor pressure vessels flooded in all Units with mobile pumps
 - ◆ At least containment in Unit 1 flooded

- ▶ Further cooling of the Reactors by releasing steam to the atmosphere

- ▶ Only small further releases of fission products can be expected



Situation im November 2011



Block 1, September 2011

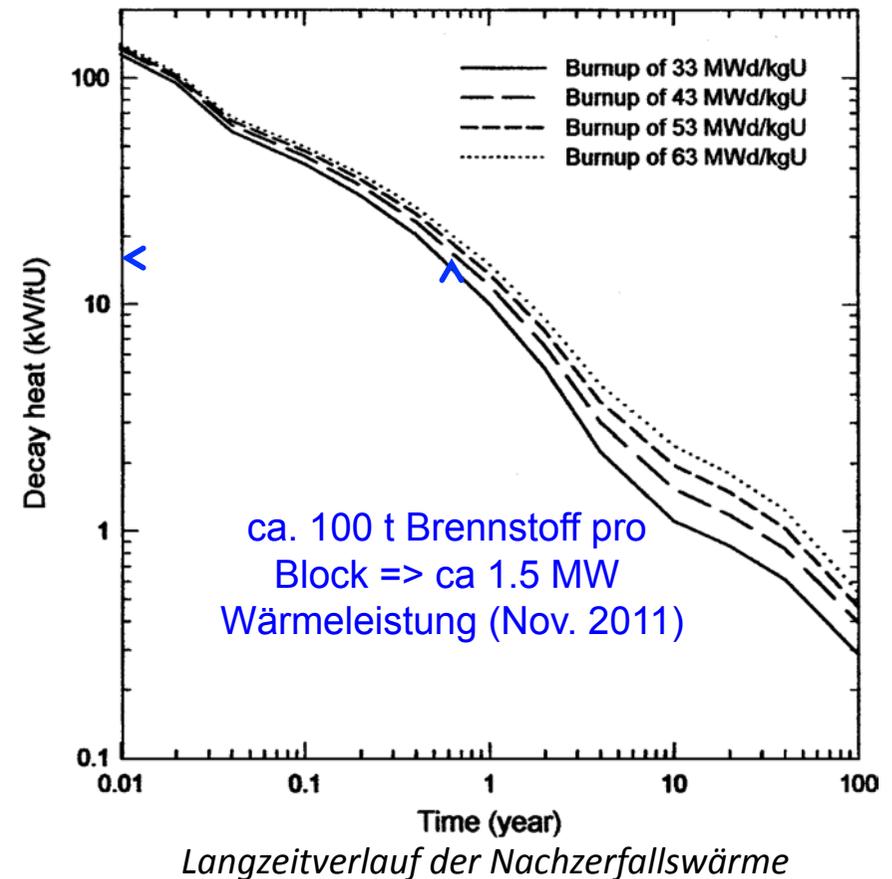


Block 1, October 2011

Nachzerfallswärme, aktuell

Die Nachzerfallswärme liegt immer noch bei ca. 1 Megawatt pro Block (verdampft ca. 0.5 l Wasser pro Sekunde), ähnliche Werte in den Abklingbecken

=> kontinuierliche, verlässliche Kühlung ist immer noch unabdingbar

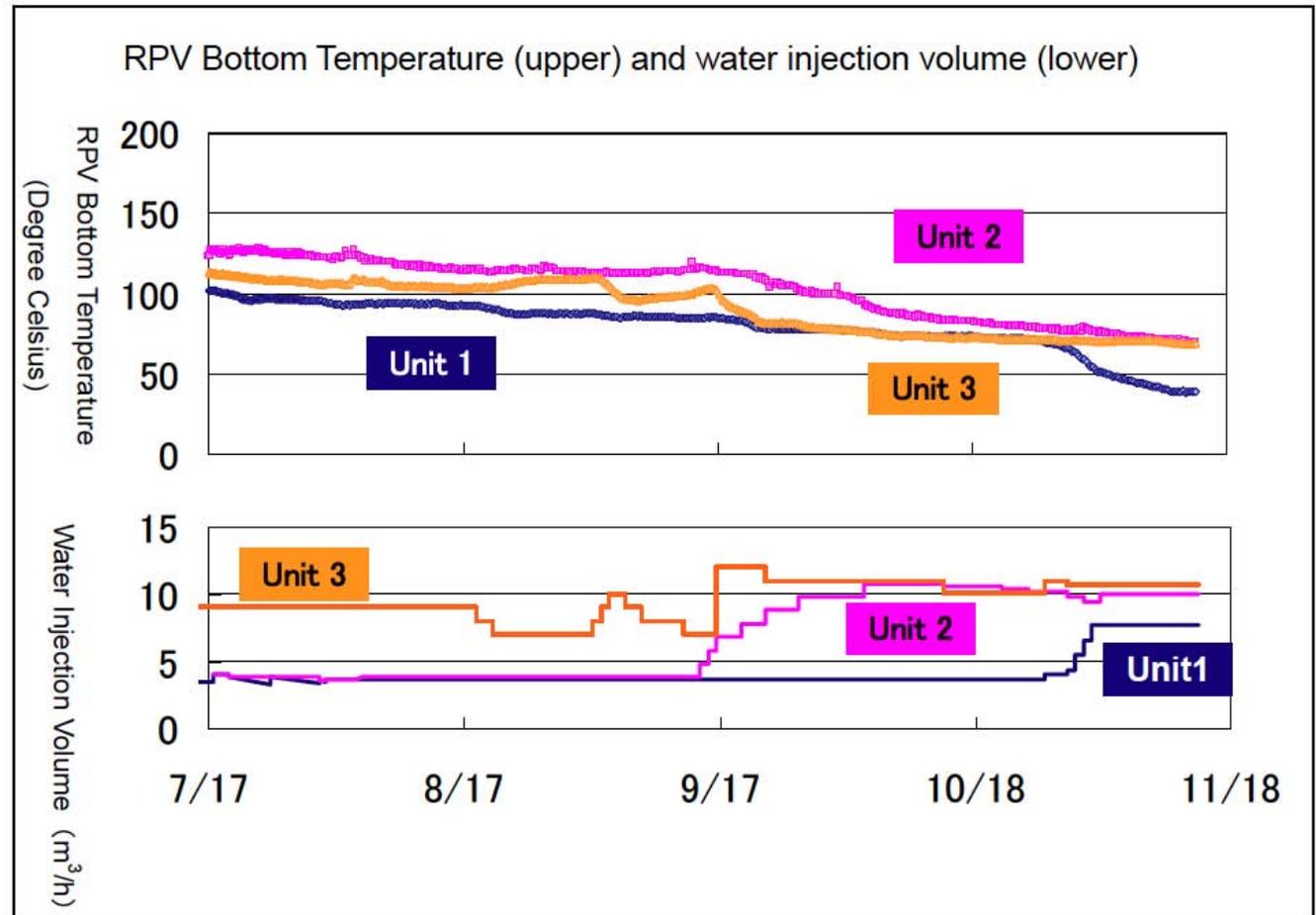


Nachzerfallswärme, aktuell

Daten von TEPCO lassen vermuten, dass die Wärmeabfuhr funktioniert

Oben: Temperatur im Druckbehälter (°C)

Unten: eingespeiste Wassermenge (Kubikmeter pro Stunde)



Quelle: TEPCO

Re-Kritikalität?

Anfang November Medienberichte zu **kurzlebigen** Spaltprodukten in Block 2

Erneute Kettenreaktion?

Derzeit für plausibel gehaltene Erklärung:

- 1) Messwerte stammten von einem neu installierten Messsystem
- 2) Messwerte waren sehr niedrig
- 3) Druck und Temperatur unverändert
- 4) Eine geringe Anzahl an Kernspaltungen ist „normal“

Result of sampling of gas inside of Unit 2 in Fukushima I
(**Sampling Date : November**

【 Place of Sampling】 Unit 2 PCV gas sampling
 【 Date of Sampling】 Tue. November 15
 【 Measurement Result】 Data of major fission products and radioactive

Nuclide		Radioactive material density (Bq/cm ³)
Gas	I-131	Below detection limits
	Cs-134	Below detection limits
	Cs-137	5.3 × 10 ⁻⁶

【 Reference 】 **✗under evaluation**

Nuclide		Radioactive material density (Bq/cm ³)
Gas	Kr-85	3.6 × 10 ⁻³ ✗
	Xe-131m	5.3 × 10 ⁻⁴ ✗
	Xe-133	6.5 × 10 ⁻⁶ ✗
	Xe-135	1.3 × 10 ⁻⁵ ✗

Quelle: TEPCO

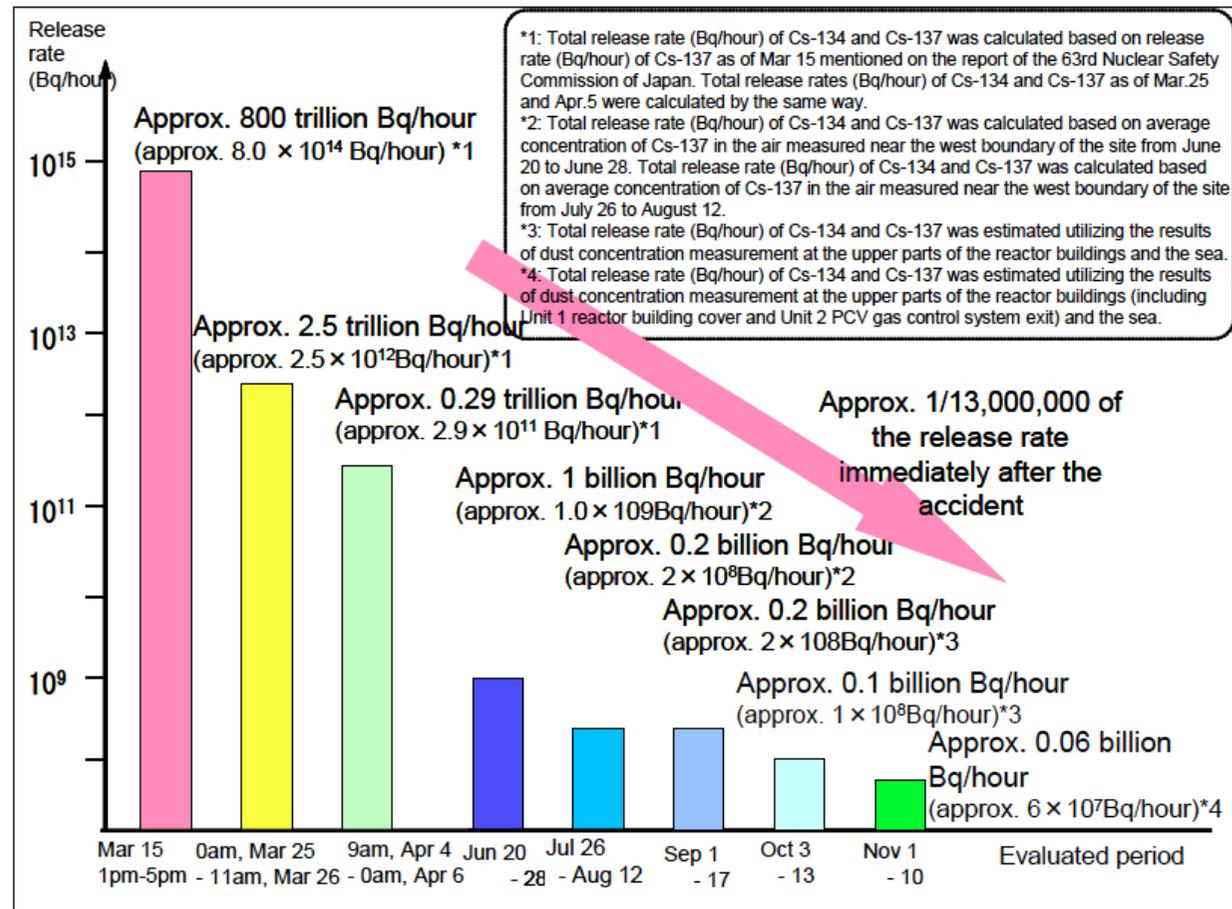
Leckagen - aktuell

Release rates of radioactive materials (Cesium) per hour from Units 1 to 3

Der Austritt von Radioisotopen ist nicht vollständig gestoppt, aber stark verringert

Abgaben derzeit bei **10⁸ Bq pro Stunde**

(anfangs: 10¹⁵ Bq pro Stunde)

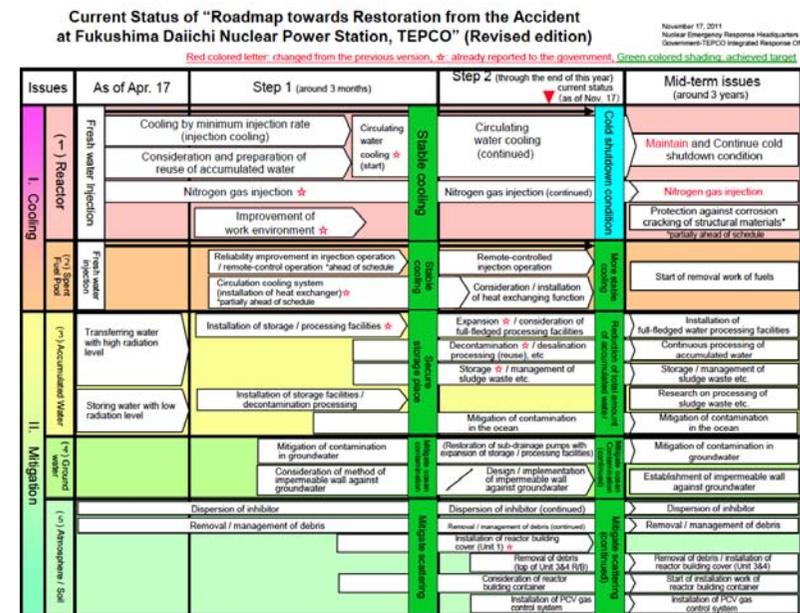


Zeitplan für die Anlagen

3-Stufen-Plan:

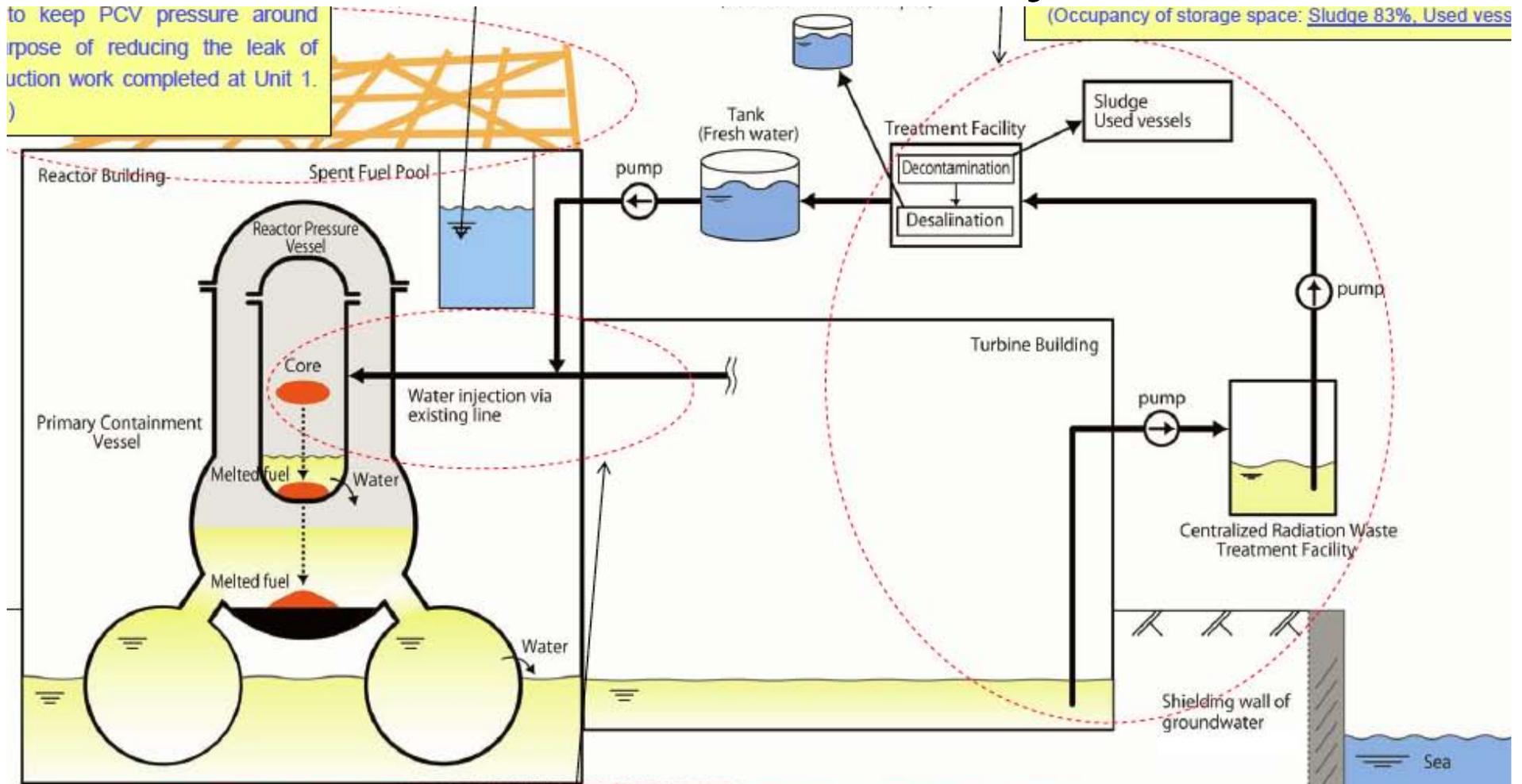
1. (3 Monate)
 - Kühlung durch Zufluß
 - Verbesserung des Arbeitsschutzes
2. (aktuell, bis Ende 2011)
 - Kühlung durch Zirkulation zum „cold shutdown“ (Kern unter 100°C)
 - Abdichten der Gebäude
3. (ca. 3 Jahre)
 - Kühlung und Korrosionsschutz
 - Leerung der Brennelementlager

(noch kein Öffnen der Druckbehälter vorgesehen)



„Roadmap“ (Quelle: TEPCO)

Provisorisches Kühlsystem



Ablagerungen an Land

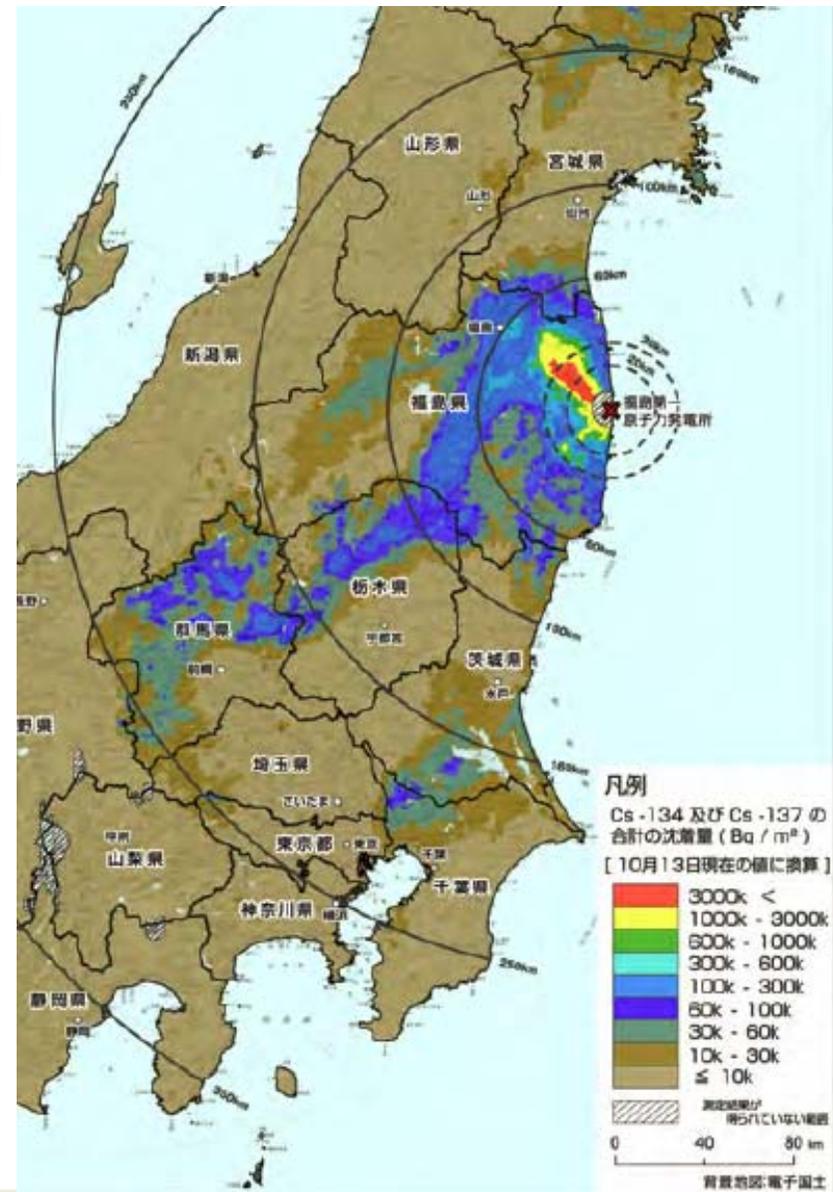
Hervorgerufen durch kurzzeitige, starke Abgaben an die Luft in den ersten Tagen

Kontamination ist jetzt fixiert, keine weitere Verdünnung

Hauptbestandteile: ^{134}Cs , ^{137}Cs
(Aktivitätsverhältnis 1:2)
kurzlebige Isotope wie ^{131}I
bereits zerfallen

Innerste Farbfläche:
über 3 MBq/m^2

Quelle:
MEXT



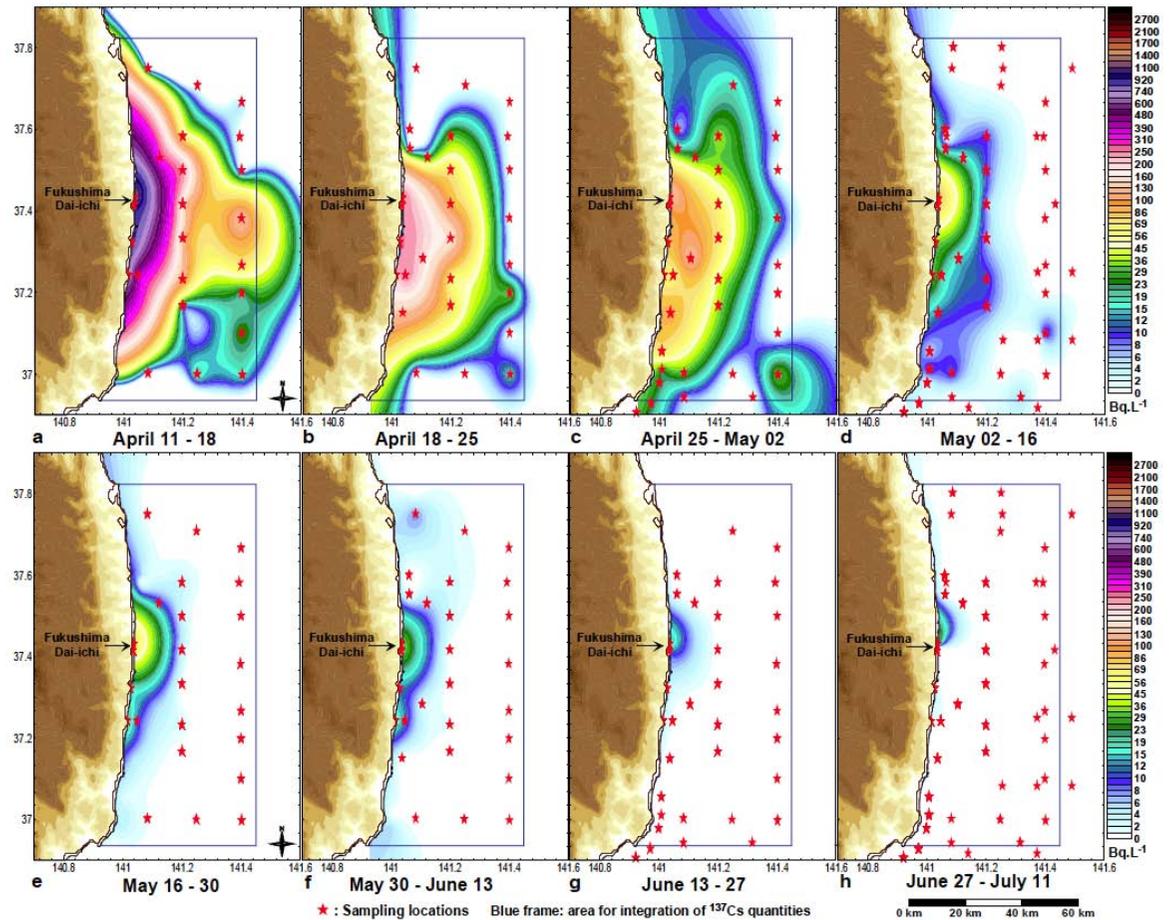
Ausbreitung im Meer

Abgaben über einen längeren Zeitraum

Langsame Ausbreitung

Bilder zeigen aus Messungen abgeschätzte Verteilungen im 2-Wochen-Raster

Mit der Zeit starke Verdünnung



Source : IRSN d'après mesures TEPCO-MEXT

Gefährdung durch Radioaktivität

Dosis, Ursachen und Effekte

Dosis (mSv)	Ursache
2 - 25	CT-Untersuchung
17	1 Jahr Aufenthalt auf mit 1 MBq/m ² ¹³⁷ Cs kontaminiertem Boden
ca. 2	Jährliche Dosis aus natürlichen Quellen
0,14	Aufnahme von 10000 Bq ¹³⁷ Cs (Erwachsene)
0,01 – 1	Röntgenaufnahme

Gefährdung durch Radioaktivität

Dosis, Ursachen und Effekte

Dosis (mSv)	Effekt
ab 4000	Strahlentod
ab 1000	Strahlenkrankheit
100	Krebsrisiko wahrscheinlich um 1 % erhöht (Erwachsene)
1	Krebsrisiko vermutlich um 0,01 % erhöht (Erwachsene)

Gefährdung durch Radioaktivität

Dosisgrenzwerte
(dürfen nicht überschritten werden)

Grenzwert (mSv)	Personengruppe
250 (einmalig)	Einsatzkräfte zur Lebensrettung
100 (pro Jahr)	Einsatzkräfte zur Gefahrenabwehr
15 (pro Jahr)	Einsatzkräfte zum Schutz von Sachwerten
20 (pro Jahr)	beruflich Strahlenexponierte
1 (pro Jahr)	Bevölkerung

Gefährdung durch Radioaktivität

Eingreifrichtwerte im Katastrophenschutz
(als Richtlinien für Maßnahmen)

Richtwert (mSv)	Personengruppe
250 (Schilddrüse)	Erwachsene: Einnahme von Jodtabletten
100 (in 1 Woche)	Bewohner: Evakuierung
100 (in 1 Jahr)	Bewohner: langfristige Umsiedlung
50 (Schilddrüse)	Kinder: Einnahme von Jodtabletten
30 (in 1 Monat)	Bewohner: temporäre Umsiedlung
10 (in 1 Woche)	Bewohner: Verbleiben im Haus

Gefährdung durch Radioaktivität

Beispiel zum Vergleich: **1 MBq Cs-137**

A: von außen

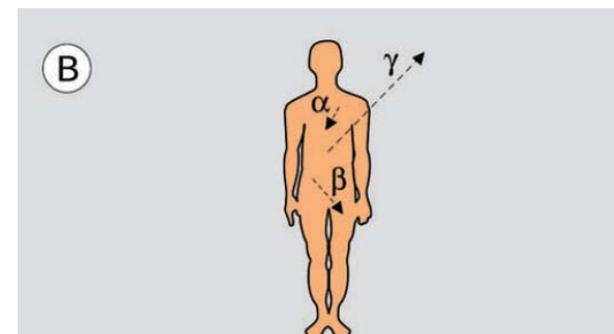
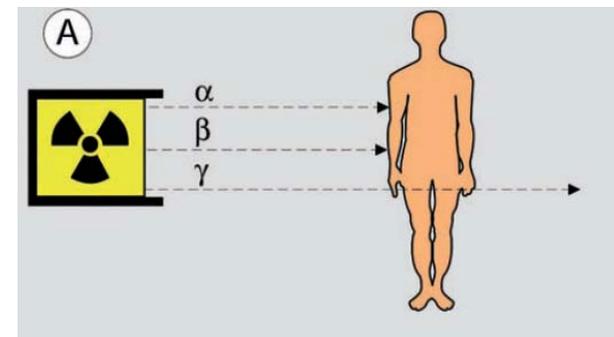
1 Stunde in 1 Meter Abstand

Dosis (ganzer Körper): 0,08 μSv

B: von innen

Aufnahme mit der Nahrung

Dosis (ganzer Körper): 14 mSv



Gefährdung durch Radioaktivität

Beispiel zum Vergleich: **1 MBq I-131**

A: von außen

1 Stunde in 1 Meter Abstand

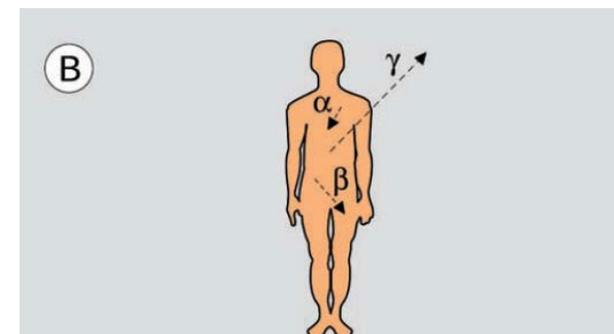
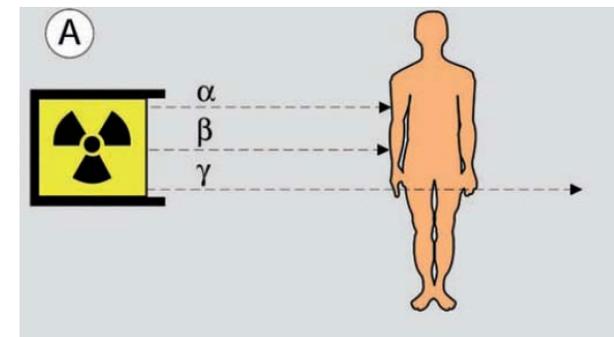
Dosis (ganzer Körper): 0,06 μSv

B: von innen

Aufnahme mit der Nahrung

Dosis (Schilddrüse, Erw.): 400 mSv

Dosis (Schilddrüse, Kind): 3000 mSv



Maßnahmen zum Gesundheitsschutz

Reduzierung der Strahlung von außen:

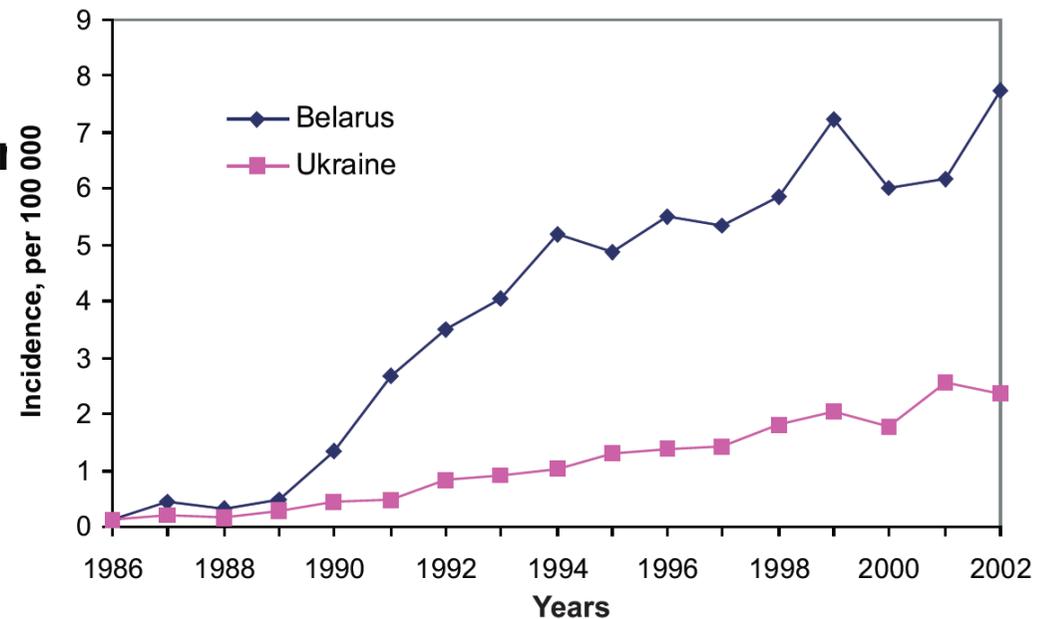
- **Evakuierung** aus kontaminierten Gebieten
- **Reinigung** kontaminierter Flächen

Reduzierung der Bestrahlung von innen:

- akut: Gabe von **Iodtabletten**
- Kontrolle von **Lebensmitteln**

Allgemein:

- Vermeidung von **Verschleppung**



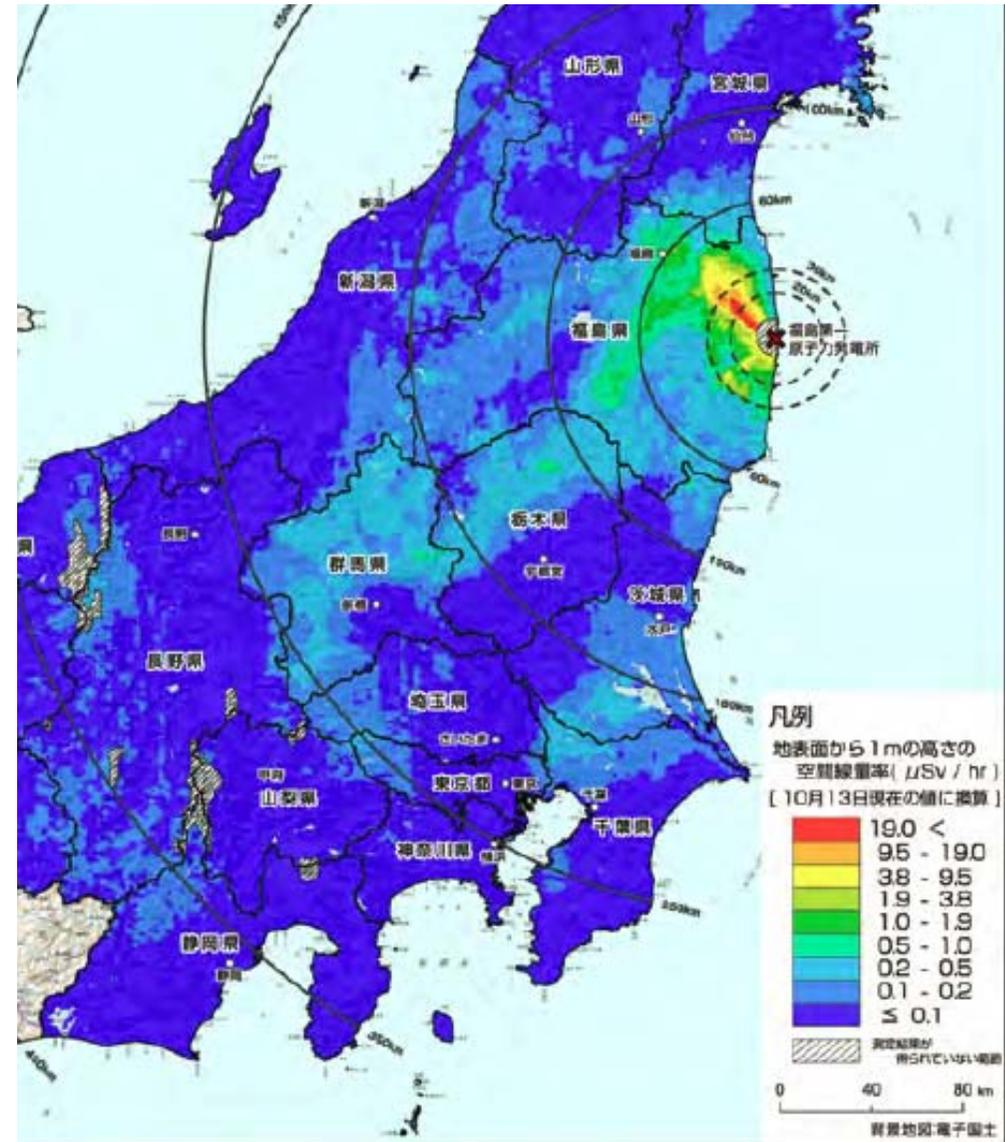
Quelle:
IAEA

Strahlenpegel

Verursacht durch Ablagerung langlebiger Radioisotope

Hauptbeiträge: ^{134}Cs und ^{137}Cs
(Aktivitätserhältnis 1:2)

Innerste Farbfläche:
über $19 \mu\text{Sv}$ pro Stunde
(etwa 150 mSv im Jahr)



Quelle:
MEXT

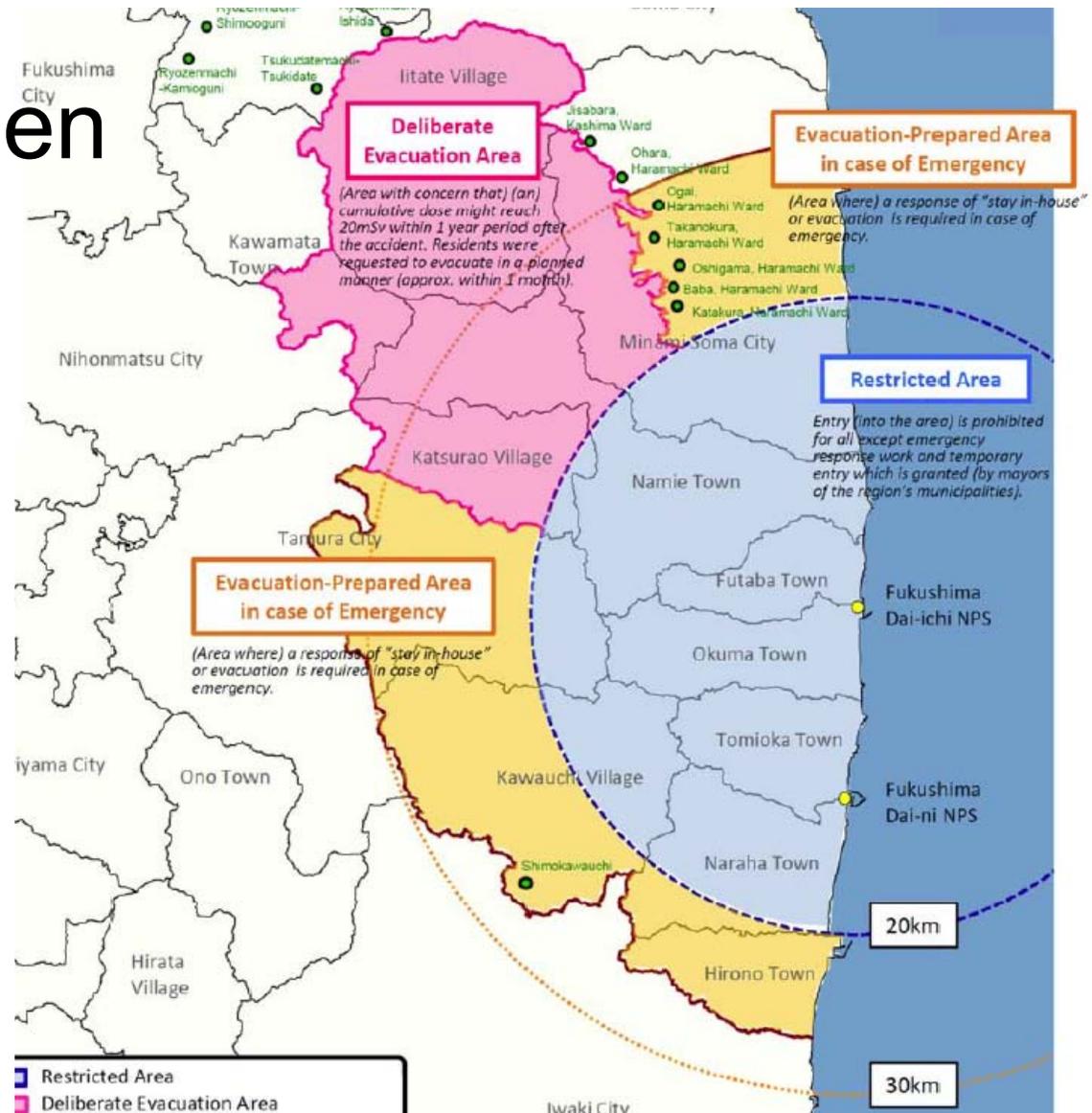
Evakuierungszonen

20 km Radius:
Zwangsevakuierung

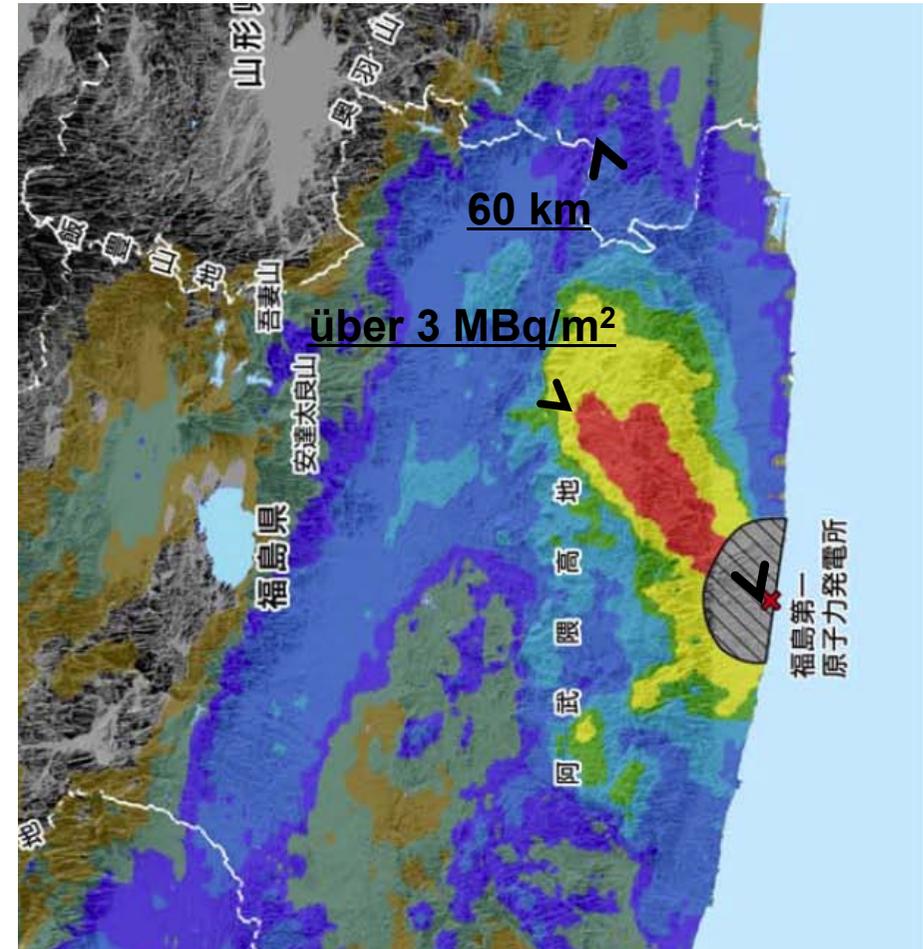
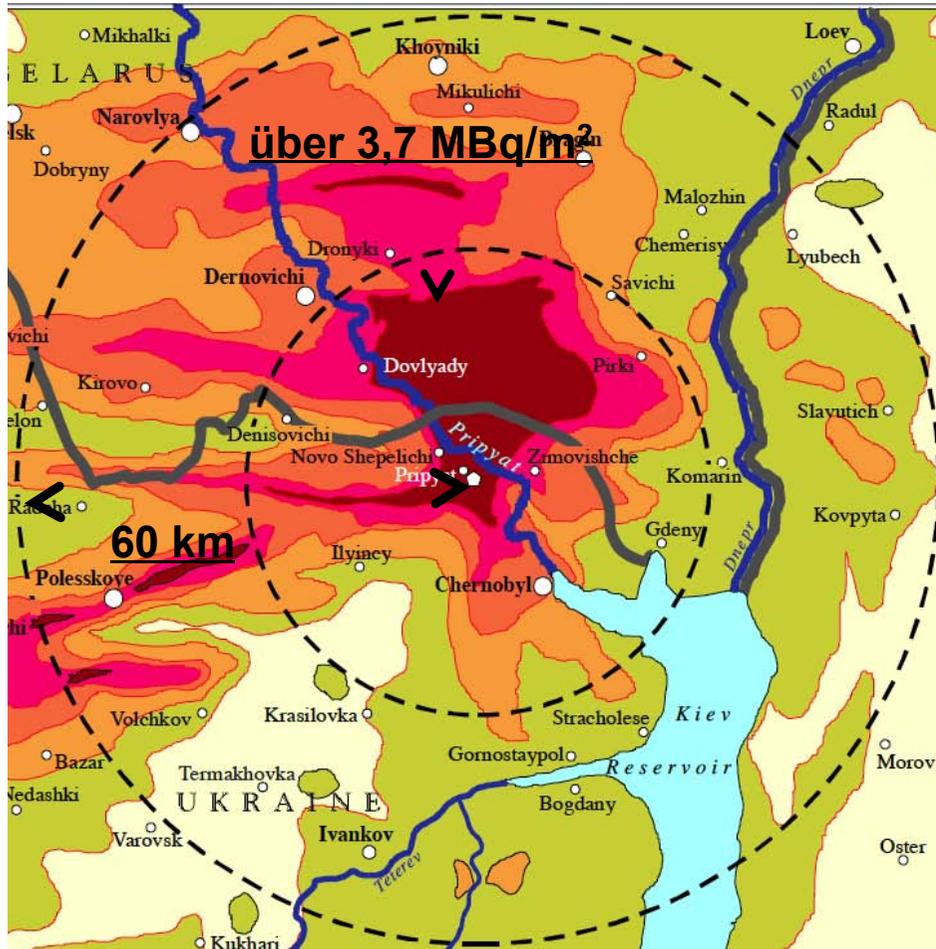
NW-Zone: Evakuierung
empfohlen (Kriterium:
Jahresdosis > 20 mSv)

Pläne zur Dekontamination von
Gebäuden und Bodenflächen

Test zeigen große
Schwierigkeiten – die
Kontamination haftet sehr fest
(typisch für Cs)



Vergleich mit Tschernobyl (^{137}Cs)



Konsequenzen in Europa

- Lange Transportzeit – **Zerfall** kurzlebiger Isotope
- Weiter Transportweg - starke **Verdünnung**
- Spurenmessungen in der Luft zeigen Ende März Werte bis ca. **1 mBq/m³ ¹³¹I**
- Kontaminationskontrollen für Flugzeuge, Schiffe, Passagiere (freiwillig), Importgüter und Lebensmittel
- Seit etwa Mai Exportzertifikate zur Kontaminationsfreiheit aus Japan
- Messungen in Bremen weisen ¹³¹I in Regenwasser, Boden, Gras und Milch nach (**unter 1 Bq/kg**) – Werte passen zu Luftmessungen

Messwerte in Bremen

- Im April einige (sehr niedrige) Messwerte in Regenwasser, Gras und Milch
- Etwa 50 Lebensmittel-Importproben – siehe Tabellen
- Einige Messungen an Industriegütern aus Japan – ohne Befund
- Kontaminationsmessungen auf Schiffen – ohne Befund



Messung auf einem Frachter in Bremerhaven

Probenart	Anzahl
Seefisch	23
Tintenfisch	2
Algen	4
Grüner Tee	6
Tofu	2
Ingwer	3
Sushi etc.	4
Beeren	1

Daten aller Lebensmittel-Importproben

	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	⁴⁰ K
Grüner Tee	1.58	0.81	666
Nori (Algen)	1.87	1.16	1440
Blaubeeren (Kanada)	0.99	< 0.09	19.5

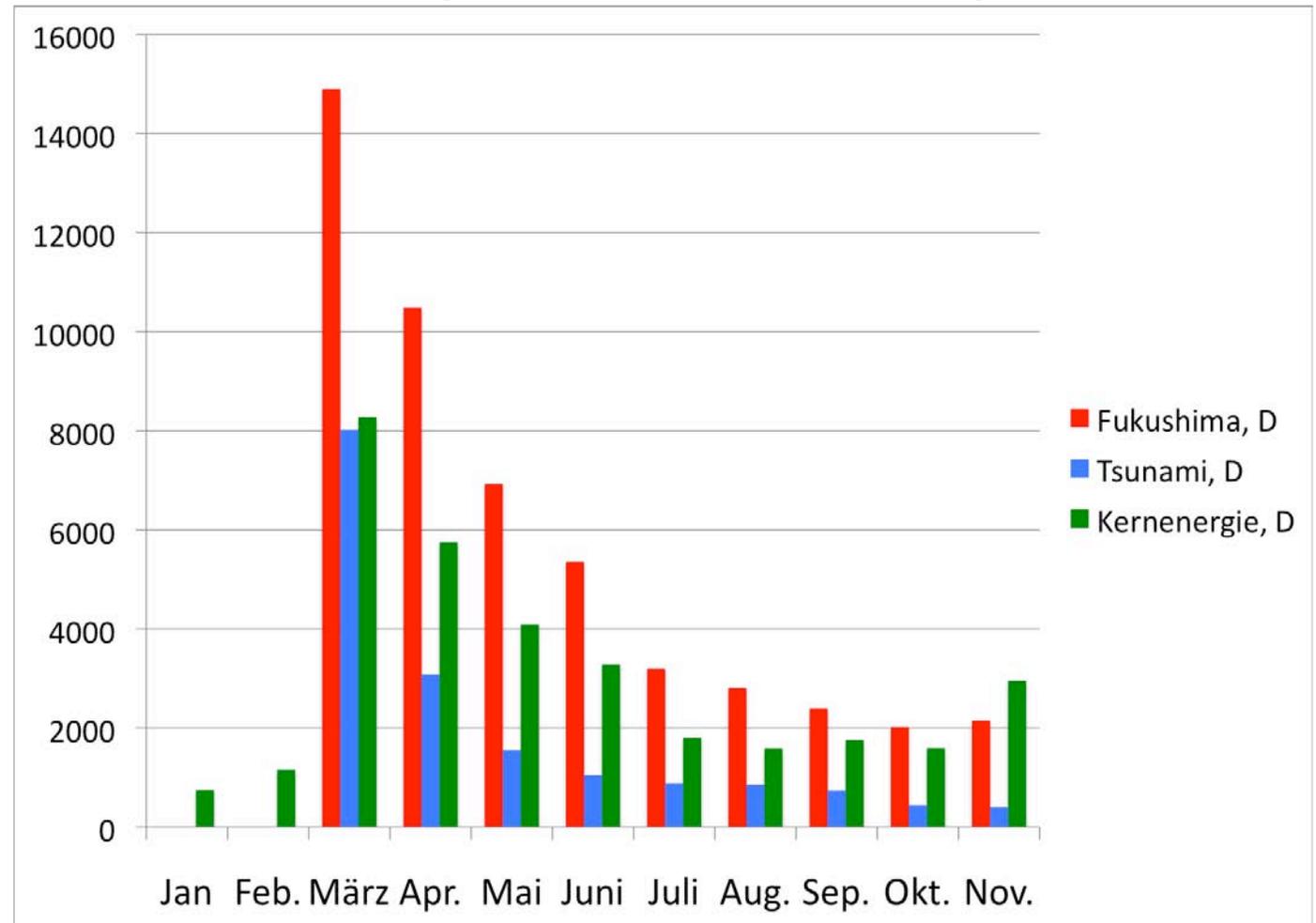
Daten aller „positiven“ Lebensmittel-Importproben (Werte in Becquerel pro Kilogramm)

Pressestatistik (Deutschland)

Dargestellt: Anzahl der Pressemeldungen zum Stichwort in einem Monat in Deutschland

„**Tsunami**“ kommt **weniger häufig** vor als „**Fukushima**“ und fällt schneller ab

Kernenergie Diskussion ist offenbar intensiver geworden

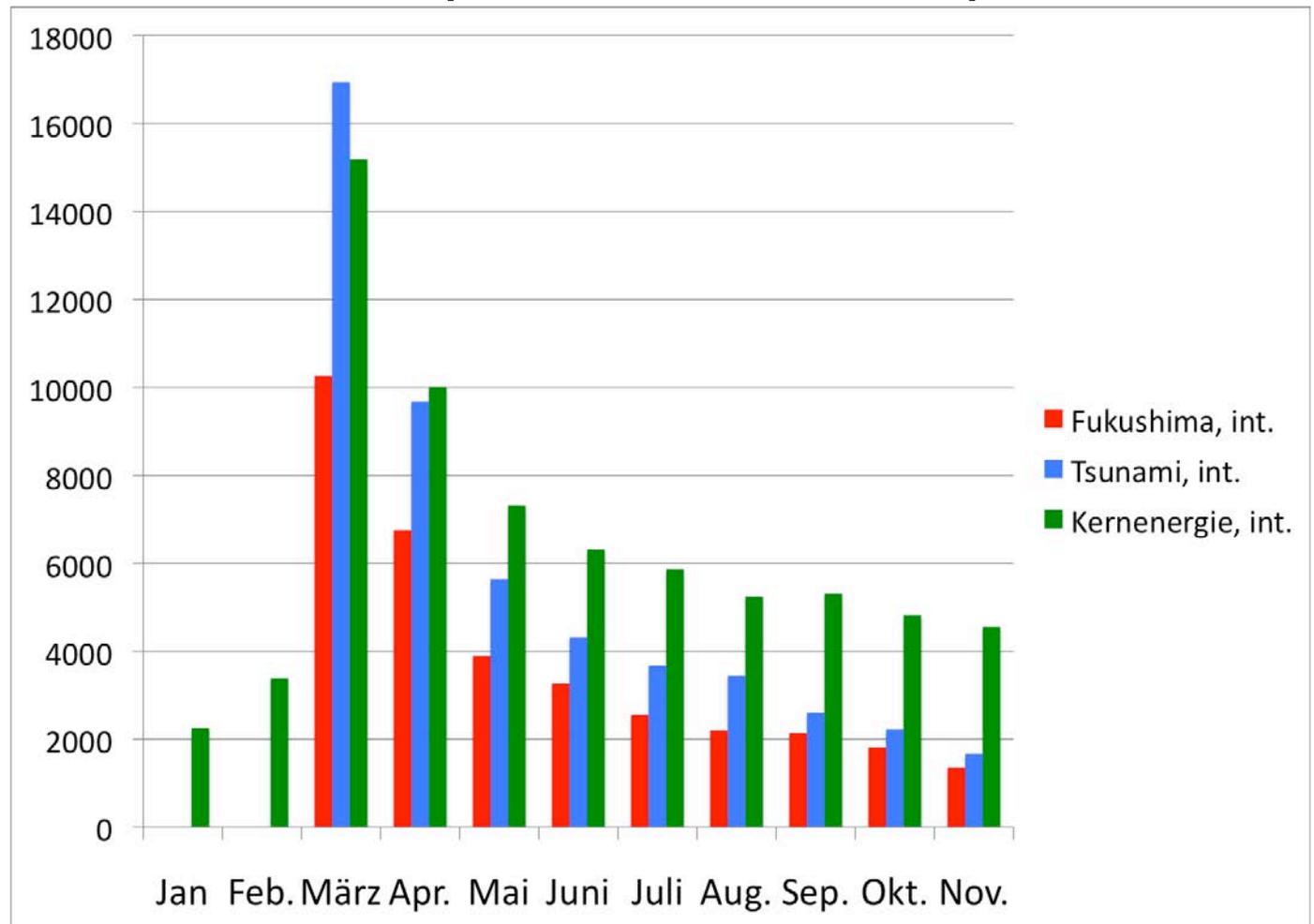


Pressestatistik (international)

Dargestellt: Anzahl der Pressemeldungen zum Stichwort in einem Monat (international)

„Tsunami“ kommt **häufiger** vor als „Fukushima“ und fällt ebenfalls schneller ab

Kernenergie Diskussion ist auch international intensiver



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.radioaktivitaet.uni-bremen.de